

Aus der Orthopädischen Universitätsklinik
mit Poliklinik Tübingen

Notwendigkeit von intraartikulären Wunddrainagen im
Rahmen der Implantation einer bicondylären
Oberflächenersatzprothese bei Gonarthrose
(Kniotalendoprothese);
prospektive, randomisierte Studie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Wetzel, Stefanie Silvia
geb. Gänsbauer

2017

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatter: Professor Dr. N. Wülker
2. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. R. Ladurner
Tag der Disputation: 07.08.2017

Meiner geliebten Mutter

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	1
1. Einleitung.....	3
1.1 Anatomie des Kniegelenks.....	4
1.1.1 Gelenktyp und Gelenkkörper	4
1.1.2 Menisci.....	4
1.1.3 Kapsel-Band-Apparat des Kniegelenks.....	5
1.2 Arthrose	6
1.2.1 Epidemiologie.....	6
1.2.2 Ätiologie	7
1.2.3 Pathophysiologie.....	8
1.2.4 Die Gonarthrose.....	9
1.2.5 Klinik	10
1.2.6 Diagnostik	10
1.2.7 Therapie	12
1.2.7.1 Konservative Therapie	12
1.2.7.2 Operative Therapie	13
1.3 Endoprothetischer Kniegelenkersatz.....	16
1.3.1 Unikondyläre Endoprothesen	16
1.3.2 Knie totalendoprothesen	17
1.3.3 Das GENESIS II® Kniesystem:.....	18
1.4 Notwendigkeit von Wunddrainagen bei KTP	21
1.5 Zielsetzung.....	22
2. Material und Methoden.....	23
2.1 Material	23

2.2 Patientenkollektiv	23
2.3 Studiendesign	25
2.4 OP-Technik	25
2.5 Ablauf der Datenerhebung	26
2.6 Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)	27
2.7 Oxford-Knee-Score (OKS)	28
2.8 Numerische Rating Skala (NRS).....	29
2.9 Knieumfang.....	29
2.10 Bewegungsumfang	30
2.11 Gewicht der Kompressen.....	30
2.12 Verlauf der Hämoglobinkonzentration	31
2.13 Wundverhältnisse.....	31
2.14 Statistik	32
3. Ergebnisse	32
3.1 Biometrische Grunddaten	32
3.2 Risikoprofil	33
3.3 Knieumfang.....	34
3.4 Blutverlust	36
3.5 Verlauf der Hämoglobinkonzentration	37
3.6 Gewicht der Kompressen.....	38
3.7 Bewegungskurven des Kniegelenkes.....	39
3.7.1 Kniegelenksflexion	39
3.7.2 Kniegelenksextension	40
3.8 Erfüllung der Entlasskriterien.....	41
3.9 Schmerzen anhand der NRS.....	42
3.9.1 Schmerzmittelbedarf	43

3.10 Mobilisation 6 Wochen postoperativ	46
3.11 Fragebogen KOOS und OKS	47
4. Diskussion	51
4.1 Biometrische Grunddaten	52
4.2 Knieumfang	52
4.3 Blutverlust	54
4.4 Mobilisation	56
4.5 Entlasskriterien.....	57
4.6 Schmerzen und Schmerzmittelbedarf	58
4.7 KOOS und OKS	59
4.8 Schlussfolgerung.....	61
5. Zusammenfassung	63
6. Literaturverzeichnis	65
7. Erklärung zum Eigenanteil.....	70
8. Anhang	71
8.1 Abbildungsverzeichnis	71
8.2 Tabellenverzeichnis	72
8.3 Danksagung	73

Abkürzungsverzeichnis

abs.	absolut
ACT	Autologe Chondrozytentransplantation
AKSS	American Knee Society Score
AMIC	Autologe matrixinduzierte Chondrogenese
ASK	Arthroskopie, Arthroskopie
ATL	Aktivitäten des täglichen Lebens
BMI	Body-Mass-Index, Body Mass Index
cm	Centimeter
Diff	Differenz
dl	Deziliter
g	Gramm
Hb	Hämoglobin
HTP	Hüfttotalendoprothese
i.v.	intravenös
Ibu	Ibuprofen
K	Kontrolle
kg	Kilogramm
KOOS	Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score
KTP	Knietotalendoprothese
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
m	Meter
M	Monate
ml	Milliliter
mmHg	Millimeter Quecksilbersäure
MW	Mittelwert
n	Anzahl
NNM	Neutral-Null-Methode
NRS	Numerische Rating Skala
OKS	Oxford Knee Score

OP	.....	Operation
p.o.	.....	per os
PCM	.....	Paracetamol
postop	.....	postoperativ
präop	.....	präoperativ
SD	.....	Standardabweichung
SDS	.....	simple deskriptive scale
Stat.	.....	stationär
W	.....	Wochen
WOMAC	.....	Western Ontario and Mac Master Universities

1. Einleitung

In einer immer älter werdenden Gesellschaft rücken degenerative Erkrankungen zunehmend in den Vordergrund. So gehört die Arthrose zu den häufigsten Erkrankungen weltweit.

Es handelt sich dabei um einen Verschleiß von Knorpelgewebe, der durch verschiedene Faktoren ausgelöst wird. Die genauen Pathomechanismen am hyalinen Gelenkknorpel sind dabei noch nicht vollständig aufgeklärt und Gegenstand aktueller Forschung.

Schreiten die degenerativen Veränderungen fort und kann durch konservative Maßnahmen kein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht werden, so muss ein Kniegelenkersatz in Betracht gezogen werden.

Da es sich bei der Arthrose um eine nicht heilbare, fortschreitende Erkrankung handelt, steigt die Zahl der behandlungsbedürftigen Arthrosefälle im Alter an. Wurden in Deutschland im Jahr 2003 durch die Bundesgeschäftsstelle für Qualitätssicherung noch 70.850 endoprothetisch versorgte Kniegelenke registriert, so stieg die Zahl im Jahr 2008 auf 145.996 Fälle an. Dies entspricht einer Zunahme von 106% (Boy et al. 2009). Auch in den USA konnte zwischen 1990 und 2002 ein beträchtlicher Zuwachs an Erstimplantationen von Knie totalendoprothesen festgestellt werden. So stieg die Zahl von 129.000 im Jahr 1990 um das Dreifache auf 381.000 im Jahr 2002 an (Kurtz et al. 2005). Aufgrund des demografischen Wandels gehen verschiedene Studien davon aus, dass diese Zahlen noch weiter ansteigen werden (Culliford et al. 2015).

Es stehen dabei eine große Anzahl verschiedener Endoprothesensysteme sowie unterschiedliche operative Ansätze zur Verfügung. Dies macht einen direkten Vergleich der Verfahren schwierig. Allerdings ist dieser für die weitere Verbesserung und Entwicklung zukünftiger Systeme und Verfahren notwendig und wichtig.

1.1 Anatomie des Kniegelenks

1.1.1 Gelenktyp und Gelenkkörper

In seiner Funktion ist das Kniegelenk (*Articulatio genus*) ein Drehscharniergelenk. Es wird von drei Knochen gebildet, die miteinander artikulieren: Femur, Tibia und Patella. Die beiden Femurkondylen bilden mit dem Tibiaplateau das Femorotibialgelenk (*Articulatio femorotibialis*), die *Facies patellaris* des Femurs und die Patella setzen sich zum Femoropatellargelenk zusammen (*Articulatio femoropatellaris*).

Dorsal werden die beiden spiralig gekrümmten Femurkondylen von der *Fossa intercondylaris*, in der die Kreuzbänder liegen, voneinander getrennt. Ventral wird durch die *Facies patellaris* eine Gleitrinne für die Patella gebildet. Die Patella ist das größte Sesambein des Körpers und in die Sehne des *Musculus quadriceps femoris* eingelagert. Die zwei mit Knorpel überzogenen dorsalen Facetten artikulieren mit der *Facies patellaris* des Femurs und bilden einen Patellaöffnungswinkel von durchschnittlich 130°. Das Tibiaplateau wird gebildet aus dem medialen, schwach konkaven *Condylus medialis tibiae* und dem leicht konvexen lateralen *Condylus lateralis tibiae*. Dazwischen liegen die Ansatzstellen der beiden Kreuzbänder (Aumüller 2007).

1.1.2 Menisci

Die Kontaktflächen zwischen Femur- und Tibiakondylen sind sehr gering, sodass eine relativ große Druckbelastung auf den Gelenkknorpel wirkt. Durch die beiden aus Faserknorpel bestehenden Menisci wird diese Druckbelastung relativiert.

Der C-förmige *Meniscus medialis* ist mit der Gelenkkapsel und dem medialen Kollateralband verwachsen, wohingegen der dreiviertelringförmige *Meniscus lateralis* lediglich mit der Kapsel verwachsen ist. Somit weisen beide eine unterschiedliche Verschieblichkeit auf, wobei der mediale Meniskus durch die

geringere Verschieblichkeit anfälliger für Verletzungen ist (Schiebler und Schmidt 2002).

Die Blutversorgung erfolgt an der Basis des Meniskus durch aus der Kapsel einsprießende Blutgefäße. In den medialen Anteilen erfolgt die Versorgung ausschließlich über Diffusion durch die Synovialflüssigkeit.

1.1.3 Kapsel-Band-Apparat des Kniegelenks

Stabilisiert wird das Kniegelenk durch einen starken Kapsel-Band-Apparat. Zu ihm zählen neben der Gelenkkapsel die ventralen, kollateralen, dorsalen und die Binnenbänder.

Die Gelenkkapsel erstreckt sich von der Knorpelknochengrenze der beiden Femurkondylen bis zur Knorpelknochengrenze am Tibiakopf, wobei die Epikondylen extrakapsulär bleiben. Ventral ist die Patella in die Gelenkkapsel eingelassen. Die Oberfläche der Gelenkhöhle wird durch eine starke Faltenbildung der Membrana synovialis vergrößert, sodass eine vergrößerte Stoffaustauschfläche entsteht. Außerdem bilden sich mehrere Aussackungen, die sogenannten Recessus: Der Recessus suprapatellaris liegt oberhalb der Patella zwischen Femur und Quadrizepssehne und dient als Schleimbeutel und somit auch als Gleitschicht bei Bewegung. Dieser kann bei einem Kniegelenkserguss beträchtliche Ergussvolumina aufnehmen. Bei der Untersuchung lässt sich ein Erguss in diesem Bereich durch das Phänomen der „tanzenden Patella“ palpieren. Dorsal liegt der wesentlich kleinere Recessus subpopliteus (Schiebler and Schmidt 2002, Aumüller 2007).

Die größte Stabilität wird durch die Kollateral- und Kreuzbänder erreicht. Die beiden Kollateralbänder (Ligg. collaterale tibiale et fibulare) gehören zu den Außenbändern und stabilisieren das Kniegelenk im gestreckten Zustand. Außerdem wird im gebeugten Zustand die Außenrotation begrenzt. Das mediale Kollateralband zieht vom Epicondylus medialis femoris zum Condylus medialis tibiae. Es ist mit der Gelenkkapsel und hierüber mit dem Meniscus medialis verwachsen. Das laterale Kollateralband verläuft vom Epicondylus

lateralis femoris zum Condylus lateralis tibiae und ist im Gegensatz zum medialen Kollateralband nicht mit der Gelenkkapsel verwachsen.

Die beiden Kreuzbänder (Ligg. cruciatum anterius et posterius) zählen zu den Binnenbändern des Kniegelenks. Sie liegen innerhalb der Gelenkkapsel aber außerhalb der Gelenkhöhle. Das vordere Kreuzband zieht von der Innenfläche des lateralen Femurkondylus schräg zur Area intercondylaris anterior der Tibia, das hintere Kreuzband verläuft entgegengesetzt von der Innenfläche des medialen Femurkondylus zur Area intercondylaris posterior. Sie dienen der Stabilisierung sowohl im gestreckten als auch im gebeugten Zustand, indem sie verhindern, dass Femur und Tibia in der Sagittalebene gegeneinander verschoben werden können.

Ventral erstreckt sich die Sehne des Musculus quadriceps femoris, in welche die Patella eingelagert ist und die im weiteren Verlauf als Ligamentum patellae bezeichnet wird. Anteile der Quadrizepssehne liegen zu beiden Seiten der Patella als Retinaculæ patellae mediale et laterale. Sie verstärken die Gelenkkapsel von vorne und spielen eine Rolle bei der Führung der Patella in ihrem Gleitlager bei Bewegung.

An der Dorsalseite verlaufen zur weiteren Verstärkung die Ligg. popliteum obliquum et popliteum arcuatum (Aumüller 2007).

1.2 Arthrose

1.2.1 Epidemiologie

Die Arthrose stellt die häufigste Gelenkerkrankung im Erwachsenenalter weltweit dar (Felson 1988), wobei die Datenlage zur Prävalenz uneinheitlich ist. Nach mehreren repräsentativen Befragungen zum Gesundheitszustand der erwachsenen Bevölkerung Deutschlands durch das Robert-Koch-Institut in den Jahren 2003 bis 2010 ergab sich für 2010 eine Lebenszeitprävalenz der Arthrose bei Frauen von 25% und bei Männern von ca. 17% (RKI 2011).

In einem 2011 veröffentlichten Übersichtsartikel von Pereira et al. wurden in der Zeit von Januar 1995 bis Februar 2011 die Daten aus 72 wissenschaftlichen Arbeiten bezüglich der Prävalenz der Arthrose von Hand, Knie und Hüfte analysiert. Daraus ergab sich für die Arthrose der Hand die höchste Prävalenz (43,3%), gefolgt von Knie (23,9%) und Hüfte (10,9%). Frauen waren häufiger von einer Gonarthrose betroffen als Männer (27,3% vs. 21,0%). In der Prävalenz von Arthrose der Hand und der Hüfte ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern (Pereira et al. 2011).

Die Unterschiede in der Prävalenz ergeben sich auch anhand der Kriterien zur Definition der Arthrose. So findet sich radiologisch eine Lebenszeitprävalenz bezogen auf das gesamte muskuloskelettale System von nahezu 100%. Allerdings wird bei fehlender Klinik von einer radiologischen Diagnostik abgesehen. Liegt eine zur Diagnostik führende Symptomatik vor, so liegt die Prävalenz der Gonarthrose anhand radiologischer Kriterien nach Kellgren and Lawrence bei den 70-74 jährigen bei 40%. Wird die Diagnose anhand der Klinik gestellt, liegt sie lediglich bei 10% (Michael et al. 2010).

1.2.2 Ätiologie

Bei der Arthrose handelt es sich um eine degenerative Erkrankung des Gelenkknorpels, bei der es zum Verlust von Knorpelgewebe und zu randständigen und zentralen Knochenneubildungen (Osteophyten) kommt (Jordan et al. 2003). Da Arthrose nicht heilbar ist, schreitet sie immer weiter fort. Letztlich führt sie im Endstadium zu schweren Knochendeformitäten, welche als Arthrosis deformans bezeichnet werden.

Ätiologisch handelt es sich um ein multifaktorielles Geschehen, bei dem sowohl allgemeine Faktoren wie Alter, Geschlecht, Adipositas und Genetik als auch ungünstige mechanische Faktoren wie Traumata und starke Belastung eine Rolle spielen.

Man unterscheidet primäre (idiopathische) von sekundären Arthrosen. Anders als bei den primären Arthrosen lässt sich den sekundären Arthrosen eine konkrete Ursache zuordnen (Jordan et al. 2003, Grifka and Kuster 2011).

Es können sowohl knöcherne Deformitäten wie Traumata oder Achsfehlstellungen durch frühkindliches Fehlwachstum als auch systemische Erkrankungen wie rheumatische Erkrankungen, Gichtarthropathie, Chondrokalzinose, Oochondrose oder Gelenkinfektionen ursächlich sein.

Vor allem Frauen jenseits der Menopause sind von arthrotischen Veränderungen betroffen. Ein weiterer Risikofaktor ist eine vermehrte Belastung, wie sie v.a. bei Sportlern oder bei harter körperlicher Arbeit auftritt (Debrunner 2002, Grifka and Kuster 2011).

1.2.3 Pathophysiologie

Die meisten Gelenke des menschlichen Körpers sind mit hyalinem Knorpel überzogen. Dieser besteht zu 95% aus extrazellulärer Matrix und zu 5% aus den matrixproduzierenden Chondrozyten. Die Matrix wird durch Kollagen, Proteoglykane und Wasser gebildet. Das häufigste Proteoglykan ist das Aggrekan, welches eine enorme Wasserbindungskapazität aufweist. Diese ist für die axiale Widerstandsfähigkeit und die Elastizität des gesunden Knorpels verantwortlich. Durch Bindung der Aggrekanmoleküle an Hyaluronsäure entsteht ein Proteoglykankomplex, der in ein dreidimensionales Maschenwerk aus vorwiegend Typ II - Kollagen eingelagert ist (Kohn 2005).

Die pathophysiologischen Veränderungen am hyalinen Gelenkknorpel sind bisher noch nicht in ihrer Vollständigkeit erforscht. Man geht davon aus, dass mehrere endogene und exogene Noxen zu einer Störung im Metabolismus der Chondrozyten und schließlich zu einer irreversiblen Zerstörung der Knorpelmatrix führen.

Ging man früher hauptsächlich von einem Ungleichgewicht zwischen Belastung und Belastbarkeit des Knorpels aus, so werden heute auch biochemische Modelle zur Entstehung der Arthrose diskutiert.

Im Metabolismus des Knorpels herrscht ein sensibles Gleichgewicht zwischen anabolen und katabolen Stoffwechselvorgängen. Zu den anabolen Faktoren zählen dabei die insulin-like growth factors IGF-I und IGF-II. Im Gegensatz hierzu wirken Zytokine wie Interleukin 1 (IL-1) und Tumornekrosefaktoren (TNF- α) katabol. Bei einem Ungleichgewicht zugunsten der katabolen Prozesse wird das Maschenwerk aus Kollagen und Proteoglykanen abgebaut und der Knorpel verliert seine Widerstandsfähigkeit und Belastbarkeit.

Aktuell geht man davon aus, dass es durch eine erhöhte Interleukinfreisetzung zu einem gestörten Gleichgewicht kommt. Durch die daraus resultierenden vermehrten katabolen Prozesse und die damit verbundene verminderte Belastbarkeit kommt es zu Rissen im Fasernetz, was wiederum die Entzündungskaskade in Gang hält. Die Chondrozyten können trotz kurzfristig vermehrter Synthese von Kollagen und Proteoglykanen der Knorpelschädigung nicht entgegenwirken. Zudem verlieren die Chondrozyten im Verlauf der Degeneration ihre perizelluläre Matrix, welche für eine organisierte Zellantwort und den strukturierten Einbau von synthetisierten Molekülen in die Interzellulärmatrix verantwortlich gemacht wird (Rolaufts et al. 2011). Letztlich resultiert daraus die fortschreitende Degeneration und damit der Funktionsverlust des Knorpelgewebes (Grifka and Kuster 2011).

1.2.4 Die Gonarthrose

Gonarthrose (Kniegelenksarthrose) zählt neben den Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu den Volkskrankheiten (Günther et al. 2002).

Neben den allgemein gültigen Risikofaktoren der Arthrose gilt insbesondere bei Gonarthrose Adipositas als ein wichtiger Risikofaktor. Am häufigsten handelt es sich um sekundäre Arthrosen, bei denen es durch vorbestehende Kniegelenkschäden zur Destruktion des Gelenkknorpels kommt. Häufige Ursachen sind Dysplasien der Patella, Achsfehlstellungen (Genu varum und Genu valgum), posttraumatische Gelenk- und Knorpelschäden, Meniskusschäden und Osteochondrosis dissecans (Debrunner 2002).

1.2.5 Klinik

Lange Zeit macht sich die Arthrose klinisch nicht bemerkbar. Sind trotzdem radiologisch arthrotische Veränderungen nachweisbar, so spricht man von einer latenten Arthrose. Schreitet die Arthrose weiter fort, so kommt es zu belastungsabhängigen Schmerzen und Bewegungseinschränkungen. Im weiteren Verlauf treten Gelenkergüsse, Nacht- und Ruheschmerzen, eine Reduktion der Gehstrecke und eine zunehmende Fehlstellung auf.

Allerdings gehen die radiologischen Veränderungen und das Ausmaß der Beschwerden nicht immer miteinander einher. Hannan et al. analysierten die Daten von 6880 Personen im Alter von 25-74 Jahren, um herauszufinden inwieweit radiologische Veränderungen mit subjektiven Beschwerden einer Gonarthrose korrelieren. Sie konnten bei 319 Personen (3,7%) radiologische Anzeichen (Grad 2-4 nach Kellgren und Lawrence (Kellgren und Lawrence 1957)) feststellen, von denen allerdings nur 47% Knieschmerzen angaben. Andererseits gaben 1004 Personen (14,6%) Knieschmerzen an, von denen aber nur 15% radiologische Veränderungen Grad 2-4 aufwiesen (Hannan, Felson et al. 2000). Auch Bedson and Croft konnten in einer Literaturrecherche keine eindeutige Korrelation zwischen Knieschmerzen und radiologischen Veränderungen finden. So hatten nur 15-76% der Patienten mit Knieschmerzen auch radiologische Anzeichen einer Gonarthrose. Dagegen hatten lediglich 15-81% der Patienten mit radiologisch nachweisbarer Gonarthrose auch Kniebeschwerden (Bedson and Croft 2008).

1.2.6 Diagnostik

Die Diagnostik setzt sich zusammen aus Anamnese, klinischer Untersuchung und Bildgebung.

In der Anamnese berichten die Patienten über Anlauf-, Ermüdungs- und Belastungsschmerzen, die teils ausstrahlen können. Später im Verlauf sind die

Schmerzen dauerhaft vorhanden, es kommt zur Schwellung des betroffenen Gelenks und Bewegungseinschränkungen (Herold 2010).

Bei der klinischen Untersuchung werden allgemeine Daten (Patientenalter, Größe, Gewicht etc.) erhoben. Außerdem erfolgen Inspektion, Palpation, Bewegungsprüfung und gegebenenfalls spezielle Funktionsprüfungen zur Beurteilung des Bandapparates (Rabenberg und RKI 2013).

Bei den bildgebenden Verfahren ist die Röntgenuntersuchung der Goldstandard. Sie dient sowohl zur Primärdiagnostik als auch zur Verlaufskontrolle. Zu den klassischen radiologischen Zeichen der Arthrose gehören:

- Gelenkspaltverschmälerung,
- subchondrale Sklerosierung,
- Osteophyten und
- subchondrale Zysten.

Anhand der radiologischen Veränderungen lässt sich die Arthrose in verschiedene Stadien einteilen, am verbreitetsten ist die Einteilung nach Kellgren und Lawrence (1957) (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Stadieneinteilung der Arthrose frei nach Kellgren und Lawrence (1957)

Grad	Befund
0	Normalbefund
1	Geringe Gelenkspaltverschmälerung, ggf. Osteophyten
2	Gelenkspaltverschmälerung, beginnende Osteophytenbildung
3	Gelenkspaltverschmälerung, deutliche Osteophyten, subchondrale Sklerosierung
4	Aufgehobener Gelenkspalt, Ausgeprägte Osteophyten, ausgeprägte subchondrale Sklerosierung und Deformität des Knochens

1.2.7 Therapie

Die verschiedenen Therapiekonzepte bei Gonarthrose werden ständig evaluiert und an die wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst neue Empfehlungen ausgesprochen. Als guter Anhaltspunkt dienen hierfür die Empfehlungen von der Europäischen Rheumaliga, welche zuletzt 2003 aktualisiert veröffentlicht wurden. Sie sehen ein multimodales Konzept aus konservativen medikamentösen und nichtmedikamentösen sowie invasiven Behandlungsmodalitäten vor. Wichtig ist dabei die individuelle Behandlung jedes einzelnen Patienten (Jordan et al. 2003).

1.2.7.1 Konservative Therapie

Die konservative Therapie setzt sich zusammen aus nichtmedikamentösen und medikamentösen Maßnahmen. Beide Therapiepfiler wirken ergänzend und haben das Ziel die Beschwerden zu lindern, die Funktionalität zu erhalten und operative Maßnahmen hinauszuzögern oder gar zu verhindern.

Zu den nichtmedikamentösen Maßnahmen zählen die Patientenaufklärung, körperliche Aktivität zur Reduktion von Übergewicht, Physiotherapie zur Kräftigung der Muskulatur, physikalische Therapie (z.B. Kryotherapie, Elektrotherapie) sowie orthopädietechnische Maßnahmen wie Schuhranderhöhungen, Pufferabsätze, etc.

Bei der medikamentösen Therapie ist Mittel der ersten Wahl Paracetamol, welches auch über längere Zeit verabreicht werden kann. Bei Wirkungslosigkeit können auch nicht-steroidale Antirheumatika (NSAR) angewendet werden. Hier ist allerdings auf die gastrointestinalen Nebenwirkungen zu achten und daher bei Bedarf mit Gastroprotektiva zu kombinieren. Eine wichtige Kontraindikation bei längerer Einnahme ist außerdem die NSAR-Nephropathie. Als Alternative zu den herkömmlichen unspezifischen COX-Hemmern können selektive COX-2-Hemmer eingesetzt werden.

Treten trotz dieser Medikamente weiterhin starke Schmerzen auf, so kommen Opioidanalgetika zum Einsatz. Aufgrund des Suchtpotentials, des Gewöhnungseffekts und der Nebenwirkungen, sollten diese Medikamente allerdings nur mit entsprechend gut definierter Indikationsstellung eingesetzt werden.

Darüberhinaus gibt es die Möglichkeit Medikamente auch in das Gelenk selbst zu applizieren. Am verbreitetsten findet sich die intraartikuläre Injektion mit lang wirksamen Kortikosteroiden. Indikationen hierfür sind vor allem aufflammende Knieschmerzen, insbesondere bei Ergussbildung (Jordan et al. 2003, Grifka und Kuster 2011). Dabei ist aufgrund des lokal immunsuppressiven Charakters dieser Substanzen jedoch das Risiko einer Gelenkinfektion zu beachten.

Bei schwacher Datenlage existieren zudem eine reichhaltige Anzahl von weiteren Therapieansätzen, welche jedoch im Regelfall von der Krankenkasse nicht übernommen werden, z.B. Injektion mittels Hyaluronsäurepräparaten, Einnahme von Chondroprotektiva, Magnetfeldtherapie etc.

1.2.7.2 Operative Therapie

Kann durch die konservativen Maßnahmen keine zufriedenstellende Verbesserung mehr erzielt werden oder schreiten die radiologischen Veränderungen fort, sind operative Maßnahmen indiziert. Hierzu wird unterteilt in gelenkerhaltende, gelenkersetzende und gelenkversteifende Verfahren.

Zu den gelenkerhaltenden Verfahren gehören die arthroskopischen Verfahren und die Umstellungsosteotomie.

Die arthroskopischen Verfahren werden weiterhin unterschieden in Gelenkdébridement und die knorpelregenerativen Therapien.

Beim Gelenkdébridement werden zunächst angesammelter Zelldetritus und Entzündungsmediatoren herausgespült, um eine Reduktion der entzündlichen Prozesse zu erreichen. Weiterhin können die Knorpeloberfläche geglättet, Osteophyten abgetragen und gegebenenfalls die Menisken reseziert werden (Grifka und Kuster 2011).

Jedoch werden der Vorteil und die Indikationsstellung dieses Verfahrens in zahlreichen Studien hinterfragt. Wegweisend sind hier vor allem doppelblind randomisierte Studien aus England.

So konnte in einer prospektiven Studie von Dervin et al. lediglich bei 44% der Patienten eine Schmerzreduktion nach Gelenkdébridement erreicht werden. Bei 66% der Patienten musste im Anschluss die Implantation einer Knie totalendoprothese, eine Umstellungsosteotomie oder ein weiterer arthroskopischer Eingriff durchgeführt werden (Dervin et al. 2003).

Aaron et al. schlossen aus ihren Ergebnissen, dass die Indikation zum Gelenkdébridement abhängig vom Schweregrad der Arthrose gestellt werden muss, um zufriedenstellende Ergebnisse zu erreichen (Aaron et al. 2006).

Gute klinische Behandlungsergebnisse werden bei den knorpelregenerativen Therapien erzielt. Hier konnten die besten Ergebnisse anhand klinischer Studien bei isolierten lokalisierten Knorpelschäden gezeigt werden. Zu den knorpelregenerativen Therapien zählen:

- Mikrofrakturierung:

Bei der Mikrofrakturierung wird der Knorpelschaden zunächst präpariert und anschließend wird der subchondrale Knochen perforiert, sodass mesenchymale Stammzellen einströmen können. Ziel ist die Regeneration des Knorpels in Form von faserknorpeligem Ersatzgewebe. Vorteile liegen dabei in der Möglichkeit des arthroskopischen Verfahrens. Allerdings führt sie nur zu einer temporären Verbesserung, da es im Laufe der Zeit vor allem bei älteren Patienten zu einer zunehmenden Ossifikation kommt (Grifka und Kuster 2011). So konnten Kreuz et al. (Kreuz et al. 2006) bei Patienten über 40 Jahren eine signifikante Verschlechterung der Ergebnisse nach 18 Monaten zeigen.

- Autologe matrixinduzierte Chondrogenese (AMIC):

Bei der autologen matrixinduzierten Chondrogenese wird nach der Mikrofrakturierung des Knorpelschadens eine Defektabdeckung mittels Kollagenmembran durchgeführt. Ziel ist ein günstiges Milieu zur Differenzierung der mesenchymalen Stammzellen zu schaffen. Ein Vorteil ist das einzeitige Vorgehen zur Rekonstruktion von osteochondralen Defekten. Nachteile sind wie bei der Mikrofrakturierung die zunehmende Ossifikation im Laufe der Zeit.

- Autologe Chondrozytentransplantation (ACT):

Bei der ACT werden zunächst Chondrozyten aus gesundem Knorpelgewebe gewonnen, welche anschließend extrakorporal vermehrt werden. Die so erhaltenen differenzierten Knorpelzellen werden nach einer definierten Zeit in das Defektareal mit einer Trägersubstanz implantiert. Aufgrund des hohen Differenzierungsgrades der Knorpelzellen, werden mit dieser Methode sehr gute Ergebnisse erzielt. Nachteile dieses Verfahrens sind das zweizeitige Vorgehen und vor allem die sehr hohen Kosten.

- Osteochondrale Transplantation:

Bei der osteochondralen Transplantation wird an der Stelle des Knorpeldefektes ein Gewebezylinder entnommen und durch einen von einer für das Gelenk funktionell weniger bedeutsamen Stelle entnommenen Gewebezylinder mit intaktem Gewebe aufgefüllt. Vorteil dieses Verfahrens ist eine kurze Rehabilitationszeit. Nachteile können durch die sogenannte Entnahmestell morbidity bestehen, bei der es zu Beschwerden im Areal der Zylinderentnahme kommt (Steinwachs et al. 2014). Limitiert ist das Verfahren zudem durch die maximal mögliche Anzahl an zu entnehmenden gesunden Zylindern ohne das Gelenk nachhaltig zu schädigen. .

Besteht die Gonarthrose aufgrund einer Valgus- oder Varusfehlstellung, so besteht die Möglichkeit einer Umstellungsosteotomie. Hierbei wird durch eine Verlagerung der Kraftachse die Hauptbelastungszone des Kniegelenks auf das weniger degenerativ veränderte femorotibiale Kompartiment verlagert und so eine Verbesserung der Beschwerden erreicht. Indiziert ist sie bei streng einseitiger Arthrose bei frontalem Achsenfehler. Das Streckdefizit sollte weniger als 20° betragen und eine Flexion von mindestens 100° erhalten sein. Außerdem sollten stabile ligamentäre Verhältnisse bestehen. Sie wird vor allem bei jüngeren und älteren noch aktiven Patienten als Alternative zur Endoprothese durchgeführt.

In verschiedenen Langzeitstudien konnten gute Ergebnisse mit einer Überlebensrate von bis zu 80% nach 10 Jahren erzielt werden (Aglietti et al. 2003, Trieb et al. 2003), wobei nach dieser Zeit eine Verschlechterung der

Ergebnisse zu verzeichnen ist. Eine strenge Indikationsstellung (Alter < 50 Jahre, BMI < 25 kg/m², keine vorangegangenen Arthroskopien, Flexion > 120°) kann die Resultate noch verbessern (Naudie et al. 1999). Ebenfalls positiv auf das mittelfristige Outcome wirken sich das männliche Geschlecht, ein erfahrener Operateur, kein Schmerzmittelbedarf sowie das Fehlen postoperativer Komplikationen aus (Floerkemeier et al. 2012).

In den letzten Jahren wurde, v.a. durch Verbesserung der Operationstechniken und der Implantate, dieser Eingriff wieder zunehmend durchgeführt. Dabei wird als standardisiertes Verfahren die valgisierende Open-Wedge-Osteotomie bei Varusgonarthrose durchgeführt. Verwendet werden dabei winkelstabile Plattenfixateure, durch die eine gute Belastungsstabilität gewährleistet werden kann (Niemeyer et al. 2013).

Wenn auch dieses Verfahren für einen Teil der Patienten die Implantation eines Gelenkersatzes verhindern, oder zumindest deutlich nach hinten verzögern kann, so steht bei endgradiger Arthrose weiterhin der künstliche Gelenkersatz im Sinne einer Endoprothese als therapeutische Maßnahme der Wahl im Mittelpunkt.

1.3 Endoprothetischer Kniegelenkersatz

Beim endoprothetischen Kniegelenkersatz wird das Kniegelenk durch ein metallisches, ein Kunststoff- oder Keramikimplantat ersetzt. Dabei unterscheidet man zwischen folgenden Knieprothesentypen:

- unikondyläre Endoprothesen,
- bi- bzw. trikondyläre Oberflächenendoprothesen (gekoppelt/ungekoppelt)
- achsgeführte Totalendoprothesen (Kohn 2005).

1.3.1 Unikondyläre Endoprothesen

Bei unikondylären Endoprothesen, sogenannten Schlittenprothesen, wird nur ein Kompartiment der femorotibialen Gelenkfläche durch eine Prothese ersetzt.

Die Indikation für einen unikondylären Gelenkersatz wird bei ausschließlich einseitiger (medial oder lateral) mittelgradiger Gonarthrose gestellt, ebenso sollte das Femoropatellargelenk arthrosefrei sein. Eine Varus- oder Valgusfehlstellung sollte geringer als 10-15° betragen und der Kapsel-Band-Apparat intakt sein. Durch die Möglichkeit der minimalinvasiven Implantationstechnik kann die Hospitalisierungszeit verkürzt und eine schnellere postoperative Rehabilitation erreicht werden (Kohn 2005). Nachdem in früheren Studien enttäuschende Langzeitergebnisse erzielt wurden (Insall und Walker 1976, Laskin 1978), konnten in neueren Studien durch strenge Indikationsstellung und verbesserte Operationstechnik zufriedenstellende Ergebnisse mit 10-Jahres-Überlebensraten über 90% erreicht werden (Murray et al. 1998, Berger, Nedeff et al. 1999, Svärd und Price 2001).

1.3.2 Knie totalendoprothesen

Diese heutzutage standardmäßig eingesetzten Prothesen ersetzen alle Kompartimente des Gelenks und sind daher bei bi- bzw. trikompartimentaler Gonarthrose indiziert. Unterschieden wird zwischen ungekoppelten und gekoppelten Prothesen.

Indikationen für einen ungekoppelten Oberflächenersatz sind eine ausreichende Stabilität im hinteren Kreuzband sowie lediglich geringe Achsabweichungen (Varusfehlstellung < 25°, Valgusfehlstellung < 20°) und Beugekontrakturen (< 20°).

Gekoppelte Prothesen sind bei instabilen Bandverhältnissen, stärkeren Achsabweichungen und kontrakten Ausgangsverhältnissen indiziert. Ist lediglich das hintere Kreuzband insuffizient wird dieses häufig durch eine posterior stabilisierte Prothese ersetzt. Bei insuffizienten Seitenbändern werden gekoppelte Modelle implantiert.

Bestehen zusätzlich zum femorotibialen Gelenk arthrotische Veränderungen im femoropatellaren Gleitlager, kann die Patella mittels eines Patellarrückflächenersatzes ebenso versorgt werden (Kohn und Rupp 1999).

Langzeitstudien zeigen, dass die Resultate von verschiedenen Faktoren abhängig sind. So verglichen Ranawat et al. die postoperativen Ergebnisse von Patienten, die mehr bzw. weniger als 80 kg wogen. Die Überlebensrate anhand klinischer und radiologischer Kriterien nach 15 Jahren betrug bei den Patienten unter 80 kg 96,2%, bei den Patienten mit einem Gewicht über 80 kg betrug diese lediglich 70,6% ($p < 0,0001$) (Ranawat et al. 1993).

Rand et al. konnten unterschiedliche Überlebensraten anhand folgender Kriterien nachweisen: Alter, Geschlecht und Diagnose (Osteoarthritis vs. Rheumatoide Arthritis). Weiterhin ergaben sich Unterschiede bei der Auswahl des Prothesentyps und der Fixierung im Knochen. So lag die Überlebensrate nach 10 Jahren bei den ungekoppelten Prothesen bei 91%, bei den Posteriorstabilisierten lag sie bei 76% ($p < 0,0001$). Bei den zementierten Implantaten konnten Überlebensraten von 92%, bei den unzementierten 61% erreicht werden ($p < 0,0001$) (Rand et al. 2003).

1.3.3 Das GENESIS II® Kniesystem:

In dieser Studie wurde das bikondyläre Knieendoprothesensystem GENESIS II® der Firma Smith & Nephew verwendet, welches bereits seit 1996 angewendet wird.

Die Femurkomponente besteht aus einer Kobalt-Chrom-Gusslegierung (ASTM F 75 und ISO 5832/4) bzw. aus einer Zirkoniumoxid-Legierung und ist in 9 anatomischen Femurgrößen erhältlich. Durch die vertiefte, lateralisierte S-förmige Trochleagrube soll ein überhöhter Anpressdruck in den ersten Flexionsgraden vermindert und die patellare Führung bei tiefer Beugung verbessert werden. Die 3°-Außenrotationsstellung soll für eine gute Balancierung des Gelenkspalts und femorotibiale Rotationsausrichtung sorgen.



Abbildung 1: GENESIS II® Femurimplantat, Ansicht von ventral und dorsal (mit freundlicher Genehmigung von Smith & Nephew GmbH).

Das aus einer Titan 6Al-4V Legierung (ISO 5832/3) oder aus einer Kobalt-Chrom-Gusslegierung (ASTM F75 bzw. ISO 5832/4) bestehende Tibiaimplantat ist asymmetrisch geformt, mit dem Ziel, die Tibia besser abzudecken. Durch den anatomisch medialisierten Schaft soll die Positionierung erleichtert werden.



Abbildung 2: Tibiaimplantat und asymmetrische Tibiabasis (mit freundlicher Genehmigung von Smith & Nephew GmbH).

Ein Inlay aus ultra-hochmolekularem Polyethylen (ASTM F 648) soll für eine optimale Gleitfläche zwischen Femur und Tibia sorgen. Es gibt sowohl

kreuzbanderhaltende Einsätze (CR Deep Flexion Einsatz) als auch dessen Funktion ersetzende (PS High Flexion Einsatz, posterior stabilisierend).



Abbildung 3: Verschiedene Tibia PE-Einsätze: links: CR Deep Flexion Einsatz, rechts: PS High Flexion Einsatz (mit freundlicher Genehmigung von Smith & Nephew GmbH).

Bei Bedarf kann die Patella durch eine runde oder ovale Inlay- oder Onlay-Patella ersetzt werden. Bei der Inlay-Patella wird nur die zu ersetzende Gelenkfläche entfernt und der Patellarückflächenersatz in die bestehende Gelenkfläche eingesetzt. Bei der Onlay-Technik wird dagegen die komplette Gelenkfläche der Patella reseziert und durch einen Patellarückflächenersatz ersetzt (Genesis II® Das komplette Kniesystem.).



Abbildung 4: Verschiedene Patellarrückflächenersätze: links: Ovale Onlay-Patella, Mitte: Bikonvexe Inlay-Patella, rechts: Runde Onlay-Patella (mit freundlicher Genehmigung von Smith & Nephew GmbH).

1.4 Notwendigkeit von Wunddrainagen bei KTP

Über viele Jahrzehnte wurden nach der Implantation einer Knie totalendoprothese Wunddrainagen zur Ableitung von Blut und Wundsekret intraoperativ eingelegt. Die Dauer der Drainage reichte dabei von wenigen Stunden bis zu drei Tagen. In den letzten Jahrzehnten wurde dies allerdings mehr und mehr in Frage gestellt.

In zahlreichen Studien wurde bereits untersucht, ob tatsächlich die Notwendigkeit einer Wunddrainage nach Implantation einer KTP – oder auch einer Hüft totalendoprothese – besteht.

Ein Nachteil von Wunddrainagen ist der erhöhte Blutverlust über die Drainage. So konnten Parker et. al (Parker et al. 2004) in einer Metaanalyse von 18 randomisierten kontrollierten Studien (n=3495) eine signifikant höhere Transfusionsbedürftigkeit bei den Patienten mit Drainage beobachten. Keine signifikanten Unterschiede gab es in der Inzidenz einer Wundinfektion, Wundhämatom oder einer Revision aufgrund von Komplikationen der Wunde. Hierbei ist allerdings die niedrige Vortestwahrscheinlichkeit zu beachten, die belastbare statistische Vergleiche erschwert.

In einer weiteren Metaanalyse von Zhang aus dem Jahr 2011 wurde das klinische Outcome nach Implantation einer KTP mit und ohne Wunddrainage verglichen. Eingeschlossen wurden 15 randomisierte kontrollierte Studien im Zeitraum Januar 1966 und Mai 2010. Insgesamt erfüllten 1361 KTPs, davon 686 mit Wunddrainage und 675 ohne Wunddrainage, die Einschlusskriterien. Die Ergebnisse zeigen, dass es nach Einlegen einer Wunddrainage zu einer

Reduktion von Weichteilhämatomen und einer verminderten Notwendigkeit der Verstärkung der Wundauflagen kam. Allerdings zeigte sich eine Zunahme der Transfusionsbedürftigkeit. Kein signifikanter Unterschied bestand bei der Inzidenz von Infektion, tiefer Venenthrombosen und der postoperativen Beweglichkeit (Zhang et al. 2011).

In einer Metaanalyse von Quinn 2014 wurden sechs randomisierte kontrollierte Studien eingeschlossen. Es wurde die Effektivität in Bezug auf Beweglichkeit im Knie, Minimierung der Schwellung, Dauer des stationären Aufenthaltes und Hämoglobinabfall nach Implantation einer KTP mit oder ohne Einlegen einer Wunddrainage verglichen. Hierbei ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied in allen untersuchten Parametern (Quinn et al. 2015).

Die Schwierigkeit bei den bisherigen Ergebnissen der verschiedenen Studien liegt nun darin, dass aufgrund unterschiedlicher Operationstechniken, Prothesentypen und untersuchter Parameter ein Vergleich untereinander nicht problemlos gestellt werden kann. Es ist also notwendig vergleichbare Methoden zu erarbeiten, um eine evidenzbasierte Aussage bezüglich der Notwendigkeit von Wunddrainagen nach Implantation von Knie totalendoprothesen treffen zu können.

Insgesamt zeigt sich jedoch, dass zunehmend auf den Einsatz von Wunddrainagen verzichtet wird.

1.5 Zielsetzung

Ziel dieser Dissertation ist es, die Notwendigkeit von intraartikulären Wunddrainagen im Rahmen der Implantation einer bicondylären Oberflächenersatzprothese bei Gonarthrose für das in der Orthopädischen Universitätsklinik Tübingen verwendete Vorgehen unter folgenden definierten Bedingungen zu evaluieren:

- Knieprothesensystem GENESIS II® von Smith & Nephew
- Operation in Blutleere, keine intraoperative Blutstillung

- Drainage auf Sog. Öffnen erst 10 Minuten postoperativ nach elastokompressiver Wickelung und Abklingen der reaktiven Hyperämie nach Lösen der Blutsperre.

2. Material und Methoden

2.1 Material

Material	Hersteller
bikondyläres Knieendoprothesensystem GENESIS II®	Smith & Nephew, www.smith-nephew.com
Sterile Kompressen, 10 x 10 cm	Lohmann & Rauscher
Metermaß	Diverse
Digitalwaage TP-550 Fein	Dipse Germany
Oxford-Knee-Score	ISIS Oxford
Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score	KOOS Foundation, www.koos.nu

2.2 Patientenkollektiv

Von Mai 2012 bis Mai 2013 wurden alle Patienten mit einer Gonarthrose, die in der orthopädischen Universitätsklinik Tübingen eine Implantation einer Knie-totalendoprothese (KTP) erhalten sollten, befragt an der Studie teilzunehmen. Die Patienten wurden bei der präoperativen Untersuchung und Aufklärung zur Operation (OP) über eine mögliche Teilnahme an der Studie informiert. Ein ausführliches Informationsschreiben zu Ablauf und Zielsetzung der Studie

wurde gemeinsam mit den Patienten erörtert und anschließend ausgehändigt. Bei Bereitschaft an der Studie teilzunehmen und schriftlicher Einverständniserklärung wurde von ärztlicher Seite das Zutreffen folgender Einschlusskriterien überprüft:

- Gonarthrose (kleiner als 10° varus/valgus)
- Notwendigkeit einer bicondylären Oberflächenersatzprothese
- Bewegungsausmaß von mindestens Flexion/Extension 100/10/0°
- Kein Retropatellarersatz notwendig
- Stabile Bandverhältnisse
- Keine Voroperationen am gleichseitigen Kniegelenk (außer Arthroscopien (ASK))
- Keine vorangegangenen Infektionen im Bereich des Kniegelenkes mit erfolgter Intervention
- Einwilligungsfähigkeit
- Keine bekannten Gerinnungsstörungen
- Keine Einnahme von gerinnungshemmenden Medikamenten
- Keine malignen Grunderkrankungen
- Patient zu den Nachuntersuchungen und zur Telefonbefragung bereit

Bei möglicher Teilnahme wurde ein entsprechender Studienumschlag mit allen die Studie betreffenden Informationen und Erfassungsbögen der Patientenakte hinzugefügt. Dieser beinhaltete auch einen verschlossenen Umschlag mit der darin befindlichen randomisierten Studienarmzuweisung. Um annähernd gleich große Studiengruppen zu erhalten, erfolgte dies als Blockrandomisierung in Blöcken verschiedener Größe von 4-10.

Die Zuordnung zur Interventionsgruppe (ohne Drainage) oder Kontrollgruppe (mit Drainage) erfolgte durch Öffnen des Randomisierungsumschlages intraoperativ unmittelbar vor Einlegen der Wunddrainagen und des Wundverschlusses.

Aus organisatorischen Gründen erfolgte keine systematische Erfassung der Patienten, welche aufgrund von vorliegenden Ausschlusskriterien nicht an der Studie teilnahmen.

2.3 Studiendesign

Bei der Studie handelt es sich um eine randomisierte kontrollierte prospektive Interventionsstudie. Diese wurde von der Ethikkommission der Universität Tübingen geprüft und unter der Prüfnummer 029/2012BO1 als ethisch und rechtlich vertretbar befunden.

Die Umschläge wurden durchnummeriert, beginnend mit 001, und in fortlaufender Reihenfolge den Patienten zugeteilt.

2.4 OP-Technik

Nach Lagerung des Patienten auf dem Rücken erfolgt die Anlage einer blutdruckadaptierten pneumatischen Blutsperre. Anschließend erfolgt das Auswickeln des Beines mit einer elastischen Kunststoffbinde und Aktivierung der Manschette mit einem Additionsdruck von 180 mmHg über dem systolischen Blutdruck des Patienten, um die OP in Blutleere durchführen zu können. Nach dreifachem sterilen Abwaschen des Beines und sterilem Abdecken des OP-Gebietes in Einmaltuchtechnik erfolgt ein längsförmiger Hautschnitt ca. 10 cm proximal der Patella bis zur Tuberositas tibiae. Nach Präparation bis zur Kniegelenkscapsel werden das Ligamentum patellae und die Quadrizepssehne dargestellt. Bei der nun folgenden Arthrotomie nach Payr (Parentis, Rumi et al. 1999) wird die Quadrizepssehne zunächst längs gespalten, die Patella medial umschnitten und die Gelenkkapsel eröffnet. Nun werden die Kniegelenksflächen durch Flexion um 90° bei nach lateral umgeschlagener Patella dargestellt. Es erfolgt die Eröffnung des Femurmarkraums und Einbringung einer intramedullären Führung. Anschließend wird der ventrale Sägeblock nach Ausrichtung anhand der dorsalen Kondylen eingebracht, die Größe der Resektionsfläche wird anhand einer 4-in-1-Schablone bestimmt und anschließend reseziert.

Nun wird das Tibiaplateau mittels medial und lateral eingebrachter Hohmann-Haken dargestellt, der Sägeblock mittels extramedullärer Führung ausgerichtet. Nach optimaler Ausrichtung erfolgt die Osteotomie des Plateaus.

Nach Einbringen der Probeimplantate wird das Knie auf Achse und Stabilität überprüft. Nach Entfernen der Probeimplantate und Spülung des Operationsgebietes werden die beiden Originalimplantate für Femur und Tibia in folgender Reihenfolge unter Verwendung von Knochenzement implantiert: Tibiakomponente, Femurkomponente. Anschließend erfolgt die Implantation des Tibia-PE-Einsatzes. Nach Aushärtung des Zements für 15 Minuten erfolgt die erneute Kontrolle des Beines auf achsgerechte Führung, freie Beweglichkeit und Stabilität. Nun Öffnen des Randomisierungsumschlages. Je nach Patientengruppe erfolgt nun eventuell die Einlage von zwei intraartikulären Redondrainagen. Die Quadrizepssehne und die Gelenkkapsel einschließlich des Kniegelenkretinakulums werden in Einzelknopfnahntechnik verschlossen. Die subkutanen Adaptationsnähte werden ebenfalls einzeln geknüpft, die Haut mittels Klammernaht verschlossen. Eine intraoperative Blutstillung erfolgt nicht. Das Bein wird elastokompressiv gewickelt. Es folgt das Öffnen der Blutsperre. Anschließend wird die Wiederherstellung der Durchblutung kontrolliert. Zehn Minuten nach Öffnung der Blutsperre erfolgt die Öffnung der Drainagen auf Sog.

2.5 Ablauf der Datenerhebung

Die Datenerhebung begann direkt im Anschluss an die Einwilligung zur Teilnahme an der Studie. Sie erfolgte prä- und postoperativ während des stationären Aufenthaltes, sowie 6 Wochen, 3, 6 und 12 Monate postoperativ (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Zeitpunkte der Datenerhebung. (KOOS – Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score, OKS – Oxford Knee Score, NRS – Numerische Rating Skala, Hb – Hämoglobin, präop. – präoperativ, stat. – stationär).

	Präop.	Stat.	6 Wochen	3 Monate	6 Monate	12 Monate
KOOS	x		x	x	x	x
OKS	x		x	x	x	x
NRS	x	x				
Knieumfang	x	x				
Bewegungsumfang		x	x			
Kompressengewicht		x				
Hb-Wert	x	x				
Wundbeurteilung		x				

2.6 Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS)

Beim KOOS handelt es sich um einen international angewandten, standardisierten Fragebogen zur subjektiven Beurteilung der Kniefunktion. Er ist frei verfügbar und für wissenschaftliche Zwecke kostenlos nutzbar. Er wurde 1995 entwickelt, um das Ergebnis von Patienten nach einer Verletzung des vorderen Kreuzbandes, Meniskusverletzungen und früher Osteoarthritis standardisiert beurteilen zu können. Um ihn auch für ältere Patienten mit Osteoarthritis aussagekräftig zu machen, wurden die Fragen aus dem Western Ontario and Mac Master Universities (WOMAC) Osteoarthritis Index miteinbezogen (Roos et al. 1998).

Es werden folgende Kriterien abgefragt:

- Allgemeine Symptome (7 Fragen)
- Schmerzen (9 Fragen)
- Aktivitäten des täglichen Lebens (17 Fragen)
- Sport und Freizeit (5 Fragen)
- Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie (4 Fragen)

Zu jeder dieser 42 Fragen gibt es fünf Antwortmöglichkeiten, für die Punkte (0 = keine Beschwerden, 1 = wenig Beschwerden, 2 = einige Beschwerden, 3 = große Beschwerden, 4 = sehr große Beschwerden) vergeben werden.

Der Score wird für jedes Kriterium einzeln berechnet (z.B. KOOS Symptome = $100 - \text{arithmetisches Mittel (Frage Symptome 1 - 9)/4} \cdot 100$). Es ergibt sich jeweils eine Punktzahl von 0 (sehr große Beschwerden) bis 100 (keine Beschwerden). Am Ende steht ein patientenbezogenes Beschwerdeprofil über die fünf verschiedenen Dimensionen.

2.7 Oxford-Knee-Score (OKS)

Der OKS ist ein 1998 entwickelter Fragebogen für Patienten, die eine KTP erhalten haben. Er wurde entwickelt, um einen kurzen, zuverlässigen und reproduzierbaren Fragebogen zu erhalten, der das Befinden dieser Patientengruppe postoperativ wiedergibt (Dawson et al. 1998). Nachdem der OKS schon in mehrere Sprachen übersetzt wurde (Dunbar et al. 2000, Padua et al. 2003, Haverkamp et al. 2005, Xie et al. 2007), entwickelten 2008 auch Naal et. al. eine deutsche Version und überprüften sie auf ihre Reliabilität und Validität (Naal et al. 2009)

Der OKS beinhaltet 12 Fragen bezüglich der subjektiven Einschätzung der Kniefunktion. Es stehen jeweils fünf Antwortmöglichkeiten zur Verfügung, wobei Punkte von 1 (keine Beschwerden) bis 5 (sehr große Beschwerden) vergeben werden. Durch Addition der Punkte und deren Subtraktion von 60 ergibt sich ein Score von 0 (sehr große Beschwerden) bis 48 (keine Beschwerden).

Der Fragebogen genießt den Schutz des Urheberrechtes. Eine entsprechende Nutzungslizenz wurde durch das ISIS-Institut/Oxford zur Durchführung dieser Studie vergeben.

2.8 Numerische Rating Skala (NRS)

Um die Stärke der Schmerzen sowohl prä- als auch postoperativ „messen“ zu können, gaben die Patienten täglich ihre Schmerzen anhand der Numerischen Rating Skala (NRS) an. Es handelt sich dabei um eine standardisierte 10 cm lange Skala von 0 – 10, wobei 0 „keine Schmerzen“ und 10 „am schlimmsten vorstellbare Schmerzen“ bedeuten. In mehreren Studien wurden bereits verschiedene Skalentypen wie die Visuelle Analog Skala, die Numerische Rating Skala und beschreibende Methoden (SDS – engl.: „simple descriptorscale“ - einfache beschreibende Skala) auf ihre Reliabilität und Validität überprüft (Bijur et al. 2001) und miteinander auf ihre Korrelation verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass die verschiedenen Skalentypen eine hohe Korrelation aufweisen, und somit vergleichbar angewendet werden können (Downie et al. 1978).

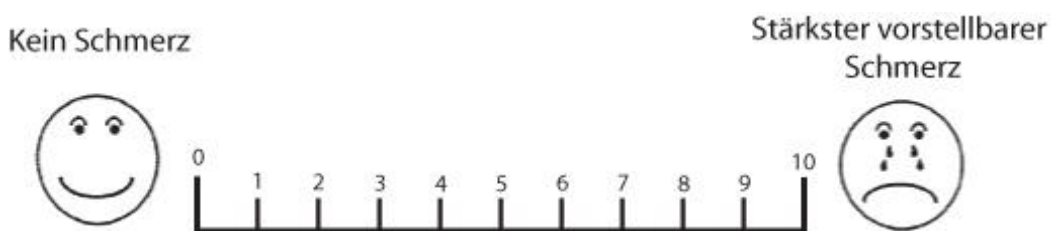


Abbildung 5: Numerische Rating Skala. Minimalwert 0 = keine Schmerzen, Maximalwert 10 = am schlimmsten vorstellbare Schmerzen.

2.9 Knieumfang

Um die postoperative Schwellung des Knies im Verlauf beobachten zu können, wurde präoperativ bei jedem Patienten der Knieumfang am Oberrand der Patella gemessen. Im Verlauf wurde bei jedem Verbandswechsel, welcher in der Regel zweitägig stattfand, erneut der Knieumfang an der gleichen Stelle gemessen.

2.10 Bewegungsumfang

Die postoperative Mobilisation erfolgte durch die Physiotherapeuten. Diese maßen täglich den Bewegungsumfang (Flexion und Extension) im Kniegelenk anhand der Neutral-Null-Methode. Dies ist eine standardisierte Methode zur Beweglichkeitsmessung von Gelenken und wurde von Cave und Roberts 1936 entwickelt (Cave und Roberts 1936). Die Messung geht dabei von einer anatomischen Neutral- oder Nullstellung aus. Gemessen wird der maximale Bewegungsumfang in Grad. Dabei werden die Werte der Ausgangs- und Endposition sowie der Wert der Neutralstellung angegeben. Der Neutralwert steht dabei in der Mitte, davor und danach wird der jeweilige Freiheitsgrad angegeben (Bsp. Extension/Flexion 5°-0°-130°). Bei einem Extensionsdefizit von zum Beispiel 5° erfolgt die Darstellung folgendermaßen: Extension/Flexion 0°-5°-10°. Die Werte wurden in einer Mobilisationskurve festgehalten.

Weiterhin wurde das Erreichen von verschiedenen Stadien der Patientenmobilisation festgehalten:

- Mobilisation in den Stand
- Mobilisation am Gehwagen
- Mobilisation an Unterarmgestützen
- Mobilisation an der Treppe.

2.11 Gewicht der Kompressen

Um einen möglichen Unterschied im Blutverlust über die Wunde während der ersten zwei postoperativen Tage abschätzen zu können, wurden die Kompressen des intraoperativ angelegten Verbandes mit Hilfe der Digitalwaage TP-550 Fein, der Firma Dipse Germany, 500 g x 0,05 g gewogen.

Das zu veranschlagende Leergewicht der verwendeten Kompressen wurde ermittelt, indem zunächst zehn frische Kompressen unterschiedlicher Chargennummer einzeln gewogen wurden und anschließend der Mittelwert

berechnet wurde. Das so ermittelte zu veranschlagende Leergewicht wurde anschließend vom Gewicht der Kompressen des Verbands subtrahiert und der ermittelte Wert in Gramm als Abschätzung der Sekretion über die Wunde festgehalten. Ziel war aufgrund des unterschiedlichen Trockenheitsgrades der eingebluteten Flüssigkeit nicht eine Umlage auf die verlorene Blutmenge sondern lediglich der Vergleich zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe.

2.12 Verlauf der Hämoglobinkonzentration

Die Hämoglobinwerte im Serum wurden präoperativ, unmittelbar postoperativ, sowie am 1., 3. und 10. postoperativen Tag bestimmt. Anhand dieser konnte der Blutverlust intra- und postoperativ beobachtet werden.

Weiterhin wurde bei sieben Patienten der Patientengruppe, welche Wunddrainagen erhielt, ebenfalls der Hämoglobinwert im Wundsekret bei Drainagenentfernung ermittelt. Hierzu wurde die entsprechende Drainage am zweiten postoperativen Tag vor Punktion und Aspiration mehrfach invertiert, um eine homogene Suspension der Flüssigkeit zu erzielen. Anschließend erfolgte entsprechend einer normalen Blutentnahme die Bestimmung des Hb-Wertes über das Zentrallabor der Klinik.

2.13 Wundverhältnisse

Der erste Verbandswechsel zur Beurteilung der Wundverhältnisse erfolgte am zweiten postoperativen Tag. Danach erlaubten Verbandswechsel, die in der Regel in zweitägigem Abstand durchgeführt wurden, den Zustand der Wunde zu beurteilen. Der Zeitpunkt, an dem die Wunde komplett trocken und reizlos war, wurde festgehalten. Trocken bedeutet in diesem Falle, dass in den beim Verbandswechsel entfernten Verbänden keine aus der Wunde getretenen

Flüssigkeitsmengen mehr festgestellt wurden und die Wundränder der Wunde selbst ebenfalls klinisch einen trockenen Aspekt boten.

2.14 Statistik

Alle Daten wurden mit der Statistiksoftware SPSS (IBM® SPSS Statistics 20) ausgewertet.

Normalverteilung der Daten wurde anhand von Histogrammen beurteilt. Die Beschreibung von nicht normalverteilten Daten erfolgte mittels Median und Minimum/Maximum oder Interquartilenspanne (25-75), von normalverteilten Daten mittels Mittelwert und Standardabweichung. Post-hoc Analysen erfolgten mittels Mann Whitney-U Test im Falle von Abweichung von der Normalverteilung und mittels T-Test bei normalverteilten Werten. Das alpha-Niveau wurde auf 5% festgesetzt. Dabei wurde keine alpha-Adjustierung für multiples Testen vorgenommen.

3. Ergebnisse

3.1 Biometrische Grunddaten

Von Mai 2012 bis Mai 2013 wurden insgesamt 36 Patienten mit Gonarthrose in die Studie aufgenommen, davon 9 Männer und 27 Frauen. In die Interventionsgruppe wurden 18 Patienten (4 Männer, 14 Frauen), in die Kontrollgruppe ebenfalls 18 Patienten (5 Männer, 13 Frauen) eingeschlossen. Das mediane Alter zum Zeitpunkt der OP lag bei 70 Jahren, wobei beide Randomisierungsgruppen in Bezug auf Größe, Gewicht und BMI in etwa vergleichbar waren (siehe Tabelle 4): Der mediane Body-Mass-Index (BMI) lag in der Interventionsgruppe bei 28,1 kg/m², in der Kontrollgruppe bei 29,7 kg/m².

Tabelle 3: Alter in Jahren bei OP. Angabe des Patientenalters in Median (Minimum - Maximum) getrennt nach Studiengruppen und Geschlechtern. P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Gruppe	Geschlecht	N	Median (Minimum – Maximum)
Ohne Drainage	Männlich	4	77 (60 - 82)
	Weiblich	14	68 (51 - 79)
	Insgesamt	18	69 (51 - 79)
Mit Drainage	Männlich	5	62 (61 - 73)
	Weiblich	13	72 (56 - 82)
	Insgesamt	18	70 (56 - 82)
p-Wert			0,704

Tabelle 4: Größe, Gewicht, BMI. Die Tabelle zeigt Größe, Gewicht und Body-Mass-Index (BMI) im Vergleich der beiden Gruppen, angegeben in Median (Minimum - Maximum). P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Gruppe		Größe in m	Gewicht in kg	BMI in kg/m ²
Ohne Drainage	Median (Minimum – Maximum)	1,65 (1,50 - 1,77)	71 (51 - 131)	28,07 (22,67 - 44,28)
Mit Drainage	Median (Minimum – Maximum)	1,67 (1,56 - 1,86)	80 (68 - 108)	29,74 (22,99 - 38,27)
p-Wert		0,427	0,112	0,296

3.2 Risikoprofil

Diabetes mellitus und Nikotinabusus in der Anamnese zählen zu den wichtigen Risikofaktoren bezüglich postoperativer Wundheilungsstörungen. Um die beiden Gruppen diesbezüglich vergleichen zu können, wurden sie präoperativ nach diesen Faktoren befragt. Zwei Patienten aus jeder Gruppe gaben Diabetes mellitus in der Anamnese an. Hinsichtlich des Nikotinabusus bejahten zwei Patienten aus der Kontrollgruppe und ein Patient aus der

Interventionsgruppe diese Frage. Somit lässt sich in Bezug auf diese beiden Faktoren ein ähnliches Risikoprofil erstellen.

3.3 Knieumfang

Der mediane präoperativ gemessene Knieumfang lag in der Interventionsgruppe bei 42,0 cm. Am zweiten postoperativen Tag wurde ein maximaler medianer Knieumfang von 45,0 cm gemessen, welcher bis zum 10. postoperativen Tag wieder auf 43,0 cm abnahm.

In der Kontrollgruppe ergab sich ein medianer präoperativer Knieumfang von 43,5 cm. Dieser nahm am dritten postoperativen Tag seinen Maximalwert von 45,5 cm an und nahm bis zum 10. postoperativen Tag wieder um 1,5 cm auf 44,0 cm im Median ab.

Tabelle 5: Knieumfang im Verlauf [cm]. Gemessen wurde am Oberrand der Patella. Die Messungen fanden präoperativ und ab dem 2. postoperativen Tag täglich statt. Die Tabelle zeigt den Knieumfang zu den Messzeitpunkten der beiden Gruppen im Vergleich, (KU – Knieumfang, präop. – präoperativ).

KU an Tag		Präop.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gruppe											
Ohne Drainage	Median	42,0	45,0	43,5	44,0	43,0	43,0	42,3	43,0	42,5	43,0
Mit Drainage	Median	43,5	44,5	45,5	44,5	44,5	43,3	43,8	43,8	44,7	44,0

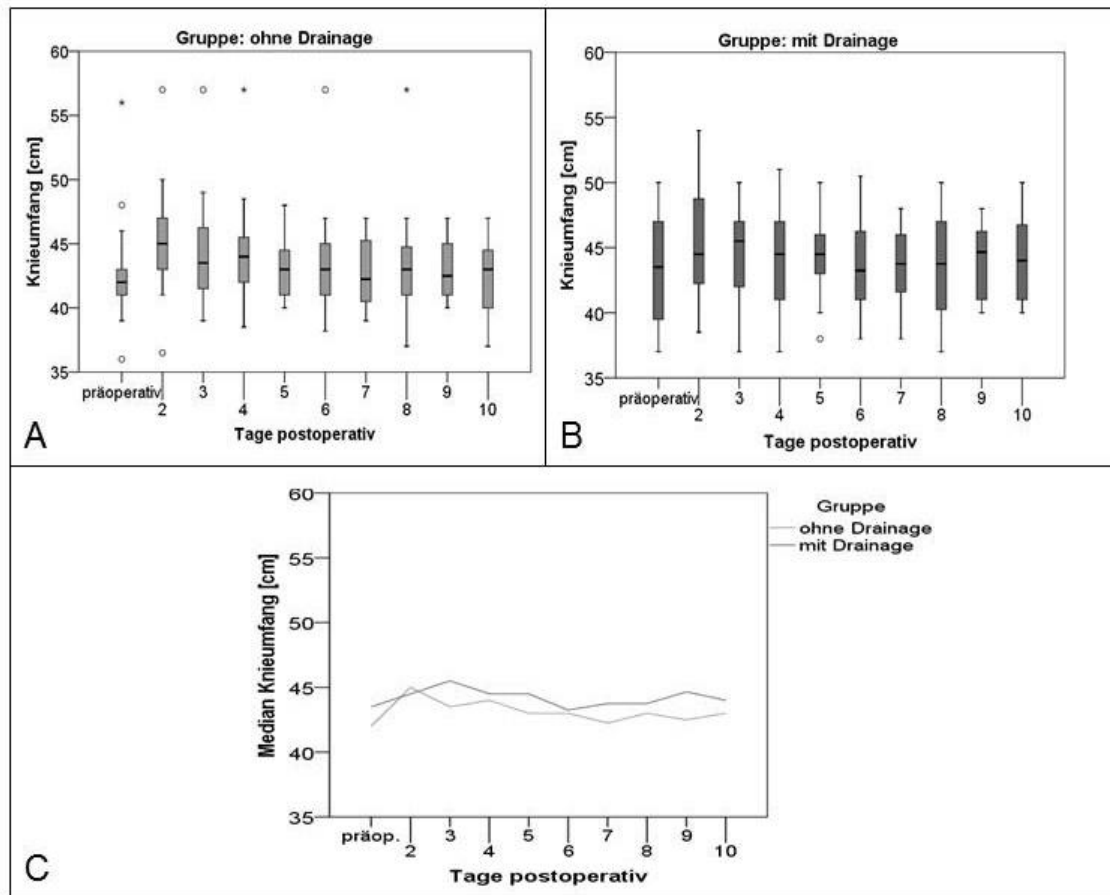


Abbildung 6: Graphische Darstellung des Knieumfangs. A Knieumfang Gruppe ohne Drainage im Verlauf; B Knieumfang Gruppe mit Drainage im Verlauf; C Knieumfang der beiden Gruppen im Vergleich, (präop. – präoperativ).

Dargestellt ist der Verlauf des Knieumfangs vom präoperativen Ausgangswert bis zum 10. postoperativen Tag als Boxplot (A+B) und als Liniendiagramm (C).

Bei der Berechnung der individuellen maximalen Knieumfangszunahme, also der Differenz von größtem postoperativem und präoperativem Knieumfang während des Aufenthaltes, ergibt sich in der Interventionsgruppe eine mediane Differenz von 2,5 cm, in der Kontrollgruppe von 3 cm. Dies ergibt einen Unterschied von 0,5 cm zugunsten der Interventionsgruppe. Diese Differenz war mit einem p-Wert im Mann-Whitney-U-Test von 0,734 statistisch nicht signifikant.

Tabelle 6: Individuelle maximale Knieumfangszunahme. Berechnet wurde die individuelle Differenz von größtem postoperativem und präoperativem Knieumfang, Angabe von Median (Minimum – Maximum).

Gruppe	Median (Minimum – Maximum)
Ohne Drainage	2,5 (0 - 6,5)
Mit Drainage	3,0 (0 – 10,0)

Da die Änderung des Knieumfangs in den ersten 6 postoperativen Tagen am stärksten ausgeprägt war, wurde die individuelle Zunahme des Knieumfangs von präoperativ bis zum 6. postoperativen Tag (Knieumfang an Tag 6 minus Knieumfang präoperativ) verglichen. Hier ergab sich in der Interventionsgruppe eine mediane Zunahme von 1 cm, in der Kontrollgruppe von 1,3 cm. Dies ergab einen Unterschied von 0,3 cm, erneut zugunsten der Interventionsgruppe.

Tabelle 7: Verlauf in den ersten 6 Tagen. Berechnet wurde die individuelle Zunahme des Knieumfangs von präoperativ bis zum 6. postoperativen Tag. Rechenweg: Knieumfang an Tag 6 minus Knieumfang präoperativ.

Gruppe	Median (Minimum – Maximum)
Ohne Drainage	1,0 (-1,5 – 3,0)
Mit Drainage	1,3 (-3,0 – 5,0)

3.4 Blutverlust

In der Kontrollgruppe konnte eine mediane Fördermenge über die Drainage von 550 ml ermittelt werden.

Tabelle 8: Blutverlust über Drainage. Angegeben ist die Sekretmenge in ml, die sich bei Drainagezug am 3. postoperativen Tag in der Drainage befand. Angabe von Median (Minimum - Maximum).

Gruppe	Median (Minimum – Maximum)
Fördermenge über Drainage [ml]	550 (380 - 820)

Bei sieben Patienten der Kontrollgruppe wurde der Hämoglobinwert (Hb-Wert) im Drainageinhalt gemessen. Dieser betrug im Median 9,9 g/dl. Der Hb-Wert im Blut nach Drainagezug ergab einen medianen Wert von 11 g/dl.

Tabelle 9: Vergleich der Hb-Werte. Die Hämoglobin (Hb)-Werte wurden am OP-Tag, am Tag des Drainagezugs und im Sekret der Drainage bestimmt. Angegeben sind Median (Minimum – Maximum).

	N	Median (Minimum – Maximum)
Hb am OP-Tag [g/dl]	7	12,6 (10,5 - 13,9)
Hb nach Drainagezug [g/dl]	7	11,0 (8,9 - 11,3)
Hb in der Drainage [g/dl]	7	9,9 (7,5 - 14,2)

3.5 Verlauf der Hämoglobinkonzentration

In der Interventionsgruppe konnte eine Abnahme des Hämoglobinwertes im Blut im Vergleich zum präoperativ gemessenen Wert um maximal 3,4 g/dl festgestellt werden, in der Kontrollgruppe lag der Median bei 4,3 g/dl. Die Differenz betrug 0,9 g/dl, der entsprechende p-Wert im Mann-Whitney-U-Test betrug $p=0,012$.

Tabelle 10: Hb-Differenzen im Verlauf [g/dl]. Berechnet wurde die individuelle Differenz von präoperativem Hb-Wert und dem Hb-Wert an verschiedenen postoperativen Tagen: 1. Kontrolle: am OP-Tag, 2. Kontrolle: 1.-2. Postoperativer Tag, 3. Kontrolle: 3.-5. postop. Tag, 4. Kontrolle: 6.-10. postop. Tag, (Diff. – Differenz, präop.- präoperativ, postop. – postoperativ). P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Gruppe		Diff. präop. – 1. Kontrolle	Diff. präop. – 2. Kontrolle	Diff. präop. – 3. Kontrolle (Tag des Drainagezugs)	Diff. präop. – 4. Kontrolle
Ohne Drainage	Median	1,8	2,3	3,4	2,9
Mit Drainage	Median	2,4	3,3	4,3	3,9
p-Wert		0,040	0,006	0,012	0,080

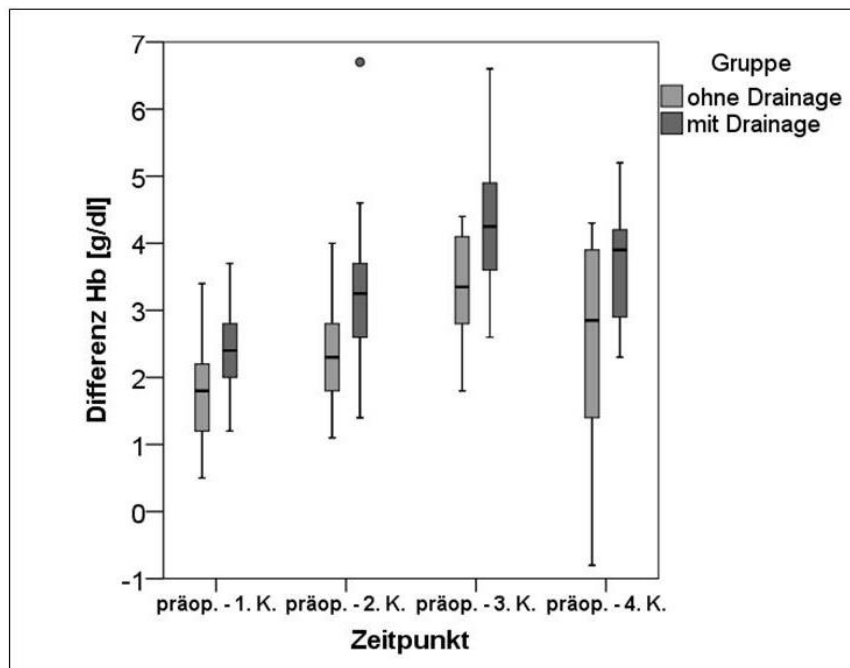


Abbildung 7: Graphische Darstellung der Hb-Differenzen im Verlauf [g/dl]. Dargestellt sind die individuellen Differenzen von präoperativem Hb-Wert und dem Hb-Wert an verschiedenen postoperativen Tagen: 1. Kontrolle: am OP-Tag, 2. Kontrolle: 1.-2. postop. Tag, 3. Kontrolle: 3.-5. postop. Tag, 4. Kontrolle: 6.-10. postop. Tag, (Hb- Hämoglobin, Präop. – präoperativ, postop. – postoperativ, K. – Kontrolle).

3.6 Gewicht der Kompressen

Zur Abschätzung der verlorenen Blutmenge über die Wunde wurde beim ersten postoperativen Verbandswechsel jeweils das Kompressengewicht bestimmt. Dieses lag in der Interventionsgruppe bei 3,88 g, in der Kontrollgruppe wurde ein medianes Gewicht von 3,14 g ermittelt. Somit ergab sich für die Interventionsgruppe ein um 0,74 g (19%) höheres Kompressengewicht.

Tabelle 11: Kompressengewicht [g]. Die Tabelle zeigt das Gewicht der Kompressen des intraoperativ angelegten Verbandes nach Trocknung, angegeben in Median (Minimum – Maximum). P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Gruppe	Kompressengewicht Median (Minimum – Maximum)
Ohne Drainage	3,88 (0,04 - 66,87)
Mit Drainage	3,14 (0,78 - 51,28)
p-Wert	0,438

3.7 Bewegungskurven des Kniegelenkes

3.7.1 Kniegelenksflexion

Die beiden Gruppen zeigten präoperativ einen annähernd gleichen Ausgangswert der Flexion von 105° in der Interventionsgruppe bzw. 110° in der Kontrollgruppe nach der Neutral-Null-Methode. Das postoperative Ziel von 90° Flexion erreichten die Patienten der Interventionsgruppe am 8. postoperativen Tag, die Patienten der Kontrollgruppe am 9. postoperativen Tag, jeweils im Median angegeben.

Tabelle 12: Flexion im Verlauf [Grad]. Gemessen wurde die Flexion im Kniegelenk anhand der Neutral-Null-Methode präoperativ und ab dem 1. postoperativen Tag täglich. Angegeben sind die Werte in Grad jeweils im Median, (präop. – präoperativ). P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Flexion an Tag		Präop	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gruppe												
Ohne Drainage	Median	105	40	50	65	70	80	81	85	90	90	90
Mit Drainage	Median	110	31	48	60	73	79	80	83	87	90	90
p-Wert		0,783	0,102	0,881	0,898	0,554	0,198	0,560	0,724	0,318	0,595	0,263

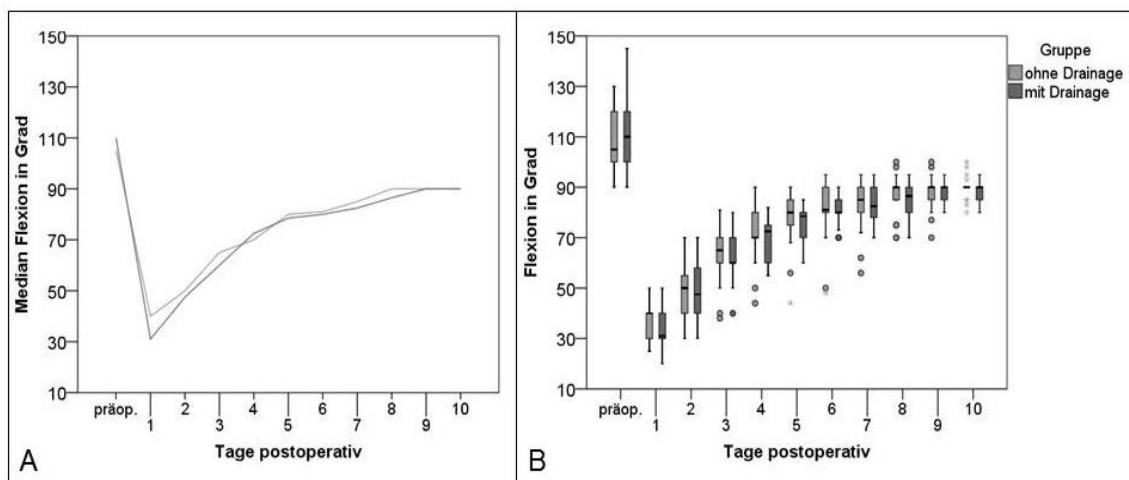


Abbildung 8: Graphische Darstellung der Flexion im Verlauf. **A** Vergleich beider Gruppen. Dargestellt sind die Mediane beider Gruppen als Liniendiagramm; **B** Vergleich beider Gruppen. Darstellung als Boxplot. (präop. – präoperativ).

3.7.2 Kniegelenksextension

Bei der Extension im Kniegelenk erreichten alle Patienten präoperativ einen Wert von 0°. Dieser wurde bei der Interventionsgruppe am 7. postoperativen Tag, bei der Kontrollgruppe am 6. postoperativen Tag erreicht.

Tabelle 13: Extension im Verlauf [Grad]. Gemessen wurde die Extension im Kniegelenk anhand der Neutral-Null-Methode präoperativ und ab dem 1. postoperativen Tag täglich. Angegeben sind die Werte in Grad jeweils im Median, (präop. – präoperativ). P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Extension an Tag		Präop.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gruppe												
Ohne Drainage	Median	0	10	7	5	5	3	2	0	0	0	0
Ohne Drainage	Median	0	10	5	5	5	3	0	0	0	0	0
p-Wert		0,420	0,949	0,760	1,0	0,760	0,667	0,563	0,902	0,574	0,617	0,598

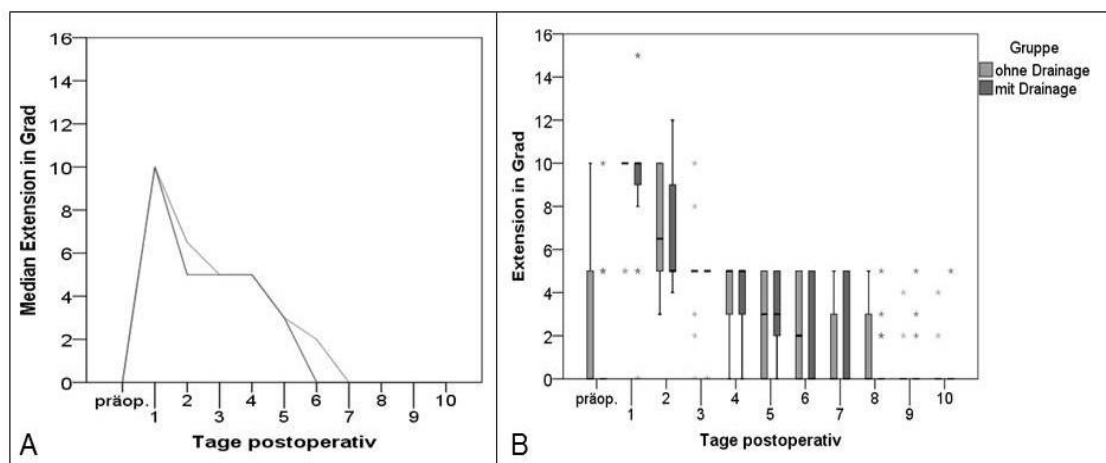


Abbildung 9: Graphische Darstellung der Flexion im Verlauf. **A** Vergleich beider Gruppen. Dargestellt sind die Mediane beider Gruppen als Liniendiagramm; **B** Vergleich beider Gruppen. Darstellung als Boxplot. (präop. – präoperativ).

3.8 Erfüllung der Entlasskriterien

Der Mittelwert für das Erreichen der Entlasskriterien (trockene Wundverhältnisse, Beweglichkeit mindestens 90/0/0°, Mobilisation an der Treppe) betrug in der Interventionsgruppe 9,3 Tage, in der Kontrollgruppe 9,5 Tage. Dies ergibt eine Differenz von 0,2 Tagen. Diese war mit einem p-Wert von 0,756 nicht statistisch signifikant.

Tabelle 14: Entlasskriterien. Angegeben sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) der Tage postoperativ, an denen die Entlasskriterien erreicht wurden im Vergleich beider Gruppen, (postop. – postoperativ). P-Wert berechnet mithilfe T-Test

Gruppe		Postop. Tag, an dem Wunde trocken ist	Postop. Tag, an dem 90-0-0°	Postop. Tag, an dem Entlasskriterien erreicht
Ohne Drainage	MW (SD)	6,3 (2,0)	8,7 (2,4)	9,3 (2,1)
Mit Drainage	MW (SD)	6,1 (2,4)	9,5 (2,2)	9,5 (2,2)
p-Wert		0,806	0,315	0,756

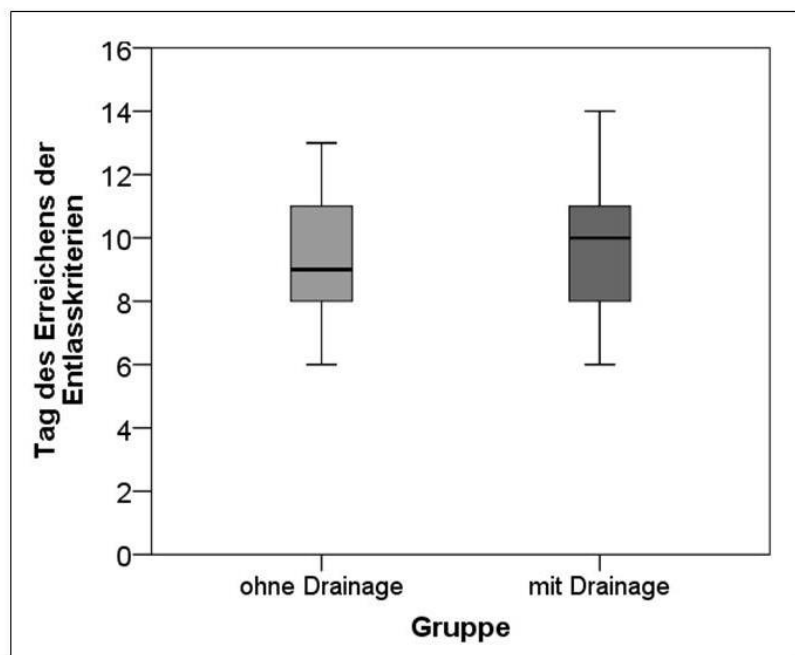


Abbildung 10: Graphische Darstellung der Entlasskriterien. Dargestellt ist der Tag des Erreichens der Entlasskriterien (trockene Wundverhältnisse, Mobilisation Flexion/Extension 90/0/0°, Mobilisation an der Treppe) als Boxplot.

3.9 Schmerzen anhand der NRS

Bei einem präoperativen medianen Ausgangswert von 7 Punkten auf der NRS in beiden Gruppen ergaben sich für den gesamten postoperativen Verlauf höhere Werte in der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe. Somit gaben Patienten, die ohne Drainage operiert wurden, stärkere Schmerzen an als Patienten, die mit Drainage operiert wurden.

Tabelle 15: Schmerzen anhand NRS. Angegeben sind die Mediane der Schmerzen anhand der Numerischen Rating Skala präoperativ (präop.) und an den postoperativen Tagen 1-10. P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test

Schmerzen an Tag		Präop	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gruppe												
Ohne Drainage	Median	7,00	8,00	4,00	6,00	5,00	4,75	4,75	3,25	3,00	3,50	3,00
Mit Drainage	Median	7,00	5,00	4,00	3,25	3,75	3,25	3,00	3,00	2,50	2,00	2,00
p-Wert		0,765	0,203	0,791	0,006	0,034	0,032	0,022	0,305	0,205	0,146	0,033

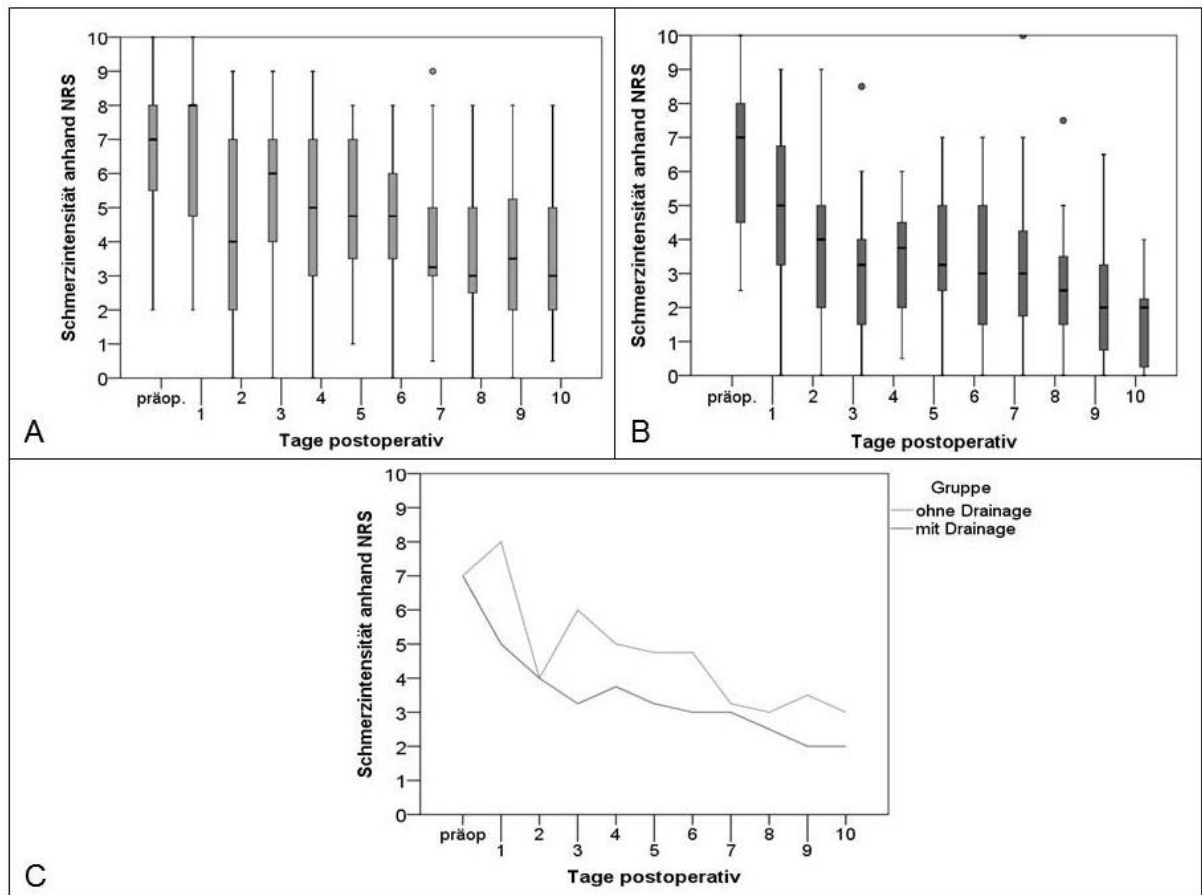


Abbildung 11: Graphische Darstellung der Schmerzintensität anhand NRS. A Gruppe ohne Drainage; **B** Gruppe mit Drainage; **C** Vergleich der beiden Gruppen. Die Schmerzintensität wurde präoperativ und an den postoperativen Tagen bis Tag 10 von den Patienten anhand der NRS abgefragt und als Boxplot (A+B) und als Liniendiagramm (C) dargestellt, (präop. – präoperativ).

3.9.1 Schmerzmittelbedarf

Um Hinweise auf das von den Patienten wahrgenommene Schmerzerlebnis zu erhalten, wurde die eingenommene Schmerzmedikation erfasst, indem der individuelle gemittelte Schmerzmittelbedarf jedes Patienten ermittelt wurde. Dabei wurde unterschieden zwischen Medikamenten, die regelmäßig verabreicht wurden und Medikamenten, die bei Bedarf verabreicht wurden. Tabelle 16 zeigt die Analgetika, die als Dauermedikation verabreicht wurden, Tabelle 17 stellt die Bedarfsmedikation dar.

Tabelle 16: Dauermedikation Analgetika. Die Dosierung war patientenabhängig und reichte von 1200 mg/Tag bis 2400 mg/Tag.

Medikament	Dosierung
Ibuprofen	1200 – 2400 mg/Tag

Tabelle 17: Bedarfsmedikation Analgetika. Angegeben ist das jeweilig verabreichte Maximum pro Patient, unabhängig vom Zeitpunkt postoperativ, (i.v. – intravenös, p.o. – per os).

Medikament	Dosierung
Metamizol Natrium i.v.	Max. 3000 mg/Tag
Metamizol Natrium p.o.	Max. 3750 mg/Tag
Paracetamol i.v.	Max. 3000 mg/Tag
Paracetamol p.o.	Max. 4000 mg/Tag
Piritramid i.v.	Max. 5,6 mg/Tag
Oxycodon	Max. 80 mg/Tag

Da die Maximaldosis und Einnahmedauer unter den Patienten teils stark variierte, wurde der individuelle Mittelwert der Dosis über die Anzahl der maximal eingenommenen Tage bestimmt. In Tabelle 18 ist die maximale Einnahmedauer dargestellt.

Tabelle 18: Maximale Einnahmedauer der Analgetika in Tagen. Der OP-Tag wurde jeweils mitberechnet, (i.v. – intravenös, p.o. – per os).

Medikament	Maximale Einnahmedauer in Tagen
Ibuprofen	11
Metamizol Natrium i.v.	5
Metamizol Natrium p.o.	11
Paracetamol i.v.	5
Paracetamol p.o.	11
Piritramid i.v.	3
Oxycodon	11

Bei nun normalverteilten Daten wurde die mittlere Dosis pro Gruppe ermittelt, um die Unterschiede beim Schmerzmittelbedarf zu erhalten und mit der Schmerzintensität zu vergleichen.

Die stärkeren Schmerzen der Patienten der Interventionsgruppe spiegeln sich im Schmerzmittelbedarf wieder, der bei diesen höher lag als bei Patienten der Kontrollgruppe. Tabelle 19 und 20 sowie Abbildung 12 stellen den Bedarf der jeweils verabreichten Analgetika dar.

Tabelle 19: Schmerzmittelbedarf Dauermedikation [mg/Tag]. Angegeben sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) bei normalverteilten Daten, (p.o. – per os)

Gruppe		Ibuprofen p.o.
Ohne Drainage	MW (SD)	1003 (552,14)
Mit Drainage	MW (SD)	974 (471,18)

Tabelle 20: Schmerzmittelbedarf Bedarfsmedikation [mg/Tag]. Angegeben sind Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD) bei normalverteilten Daten, (i.v. – intravenös, p.o. – per os).

Gruppe		Piritramid i.v.	Metamizol Natrium i.v.	Paracetamol p.o.	Metamizol Natrium p.o.	Oxycodon p.o.	Paracetamol i.v.
Ohne Drainage	MW (SD)	0,6 (1,12)	411 (294,84)	272 (535,57)	1035 (822,82)	8,54 (11,73)	422 (399,35)
Mit Drainage	MW (SD)	0,11 (0,33)	72 (136,36)	133 (312,49)	633 (575,10)	3,99 (5,30)	256 (438,21)

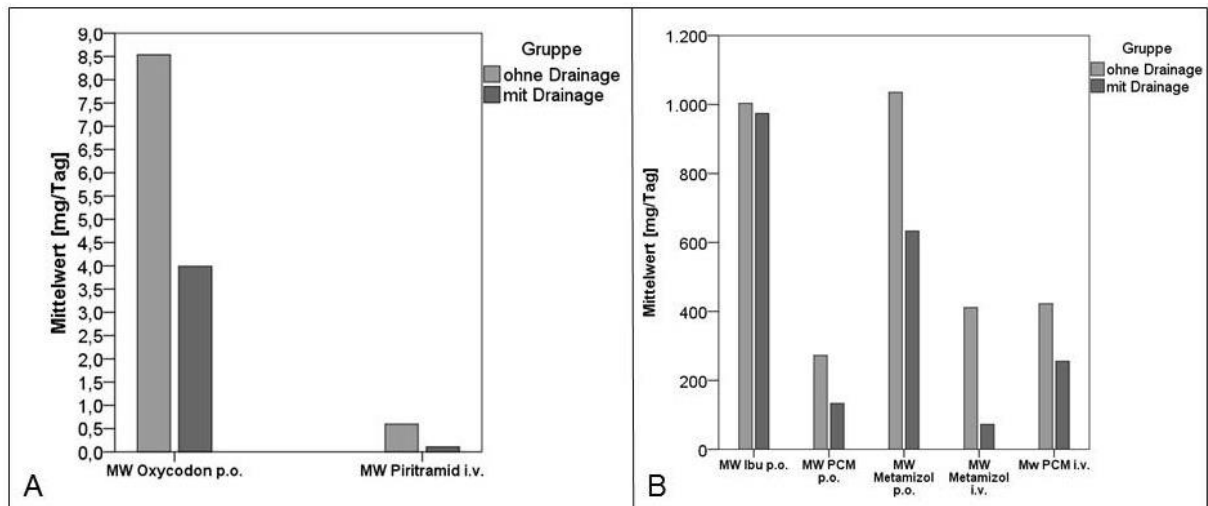


Abbildung 12: Graphische Darstellung des Schmerzmittelbedarfs [mg/Tag]. **A** Dargestellt ist die mittlere Tagesdosis von Oxycodon und Piriramid; **B** Dargestellt ist die mittlere Tagesdosis von Ibuprofen (Ibu), Paracetamol (PCM) und Metamizol Natrium (Metamizol). Aufgrund der im Text aufgeführten Berechnung des pro Kopf und Tag erforderlichen Schmerzmittelbedarfes wird hier auf die Darstellung der Standardabweichung verzichtet, (MW – Mittelwert, i.v. – intravenös, p.o. – per os).

3.10 Mobilisation 6 Wochen postoperativ

Bei jeweils 16 Patienten der beiden Gruppen konnte 6 Wochen postoperativ erneut die Beweglichkeit im Kniegelenk gemessen werden. Bei den restlichen Patienten wurde von den jeweils untersuchenden Ärzten die Bewegungsprüfung ohne nähere Begründung nicht durchgeführt. Im Median erreichten die Patienten der Interventionsgruppe eine Beweglichkeit von Flexion/Extension 97,5°/0°/0°, die Patienten der Kontrollgruppe von 91,5°/0°/0°. Für die Flexion ergibt sich somit ein Unterschied von 6°, dieser war statistisch nicht signifikant mit einem p-Wert von 0,427.

Tabelle 21: Mobilisation 6 Wochen postoperativ. Gemessen wurde die Flexion/Extension in Grad anhand der Neutral-Null-Methode (NNM) bei 16 Patienten im Rahmen der Kontrolluntersuchung 6 Wochen postoperativ. P-Wert berechnet mithilfe Mann-Whitney-U-Test.

Beweglichkeit NNM (n=16)	Ohne Drainage (n=16)	Mit Drainage (n=16)	p-Wert
Flexion 6 Wochen postoperativ	97,500	91,500	0,427
Extension 6 Wochen postoperativ	0,000	0,000	0,901

3.11 Fragebogen KOOS und OKS

Um einen Ausgangswert bezüglich der Beschwerdesymptomatik zu erhalten, wurden von allen Patienten bereits präoperativ die Fragebögen KOOS und OKS beantwortet.

Der KOOS besteht aus fünf Subscores, in denen die Symptome, die Schmerzen, die Aktivitäten des täglichen Lebens (ATL), der Bereich Sport und Freizeit und die Beeinflussung der Lebensqualität erfasst werden. Wie unter 2.6 bereits beschrieben, spiegelt eine hohe Punktzahl geringe Beschwerden oder Einschränkungen im Alltag wieder, eine niedrige Punktzahl steht für starke Beschwerden oder Einschränkungen.

Präoperativ zeigten sich in keinem der Subscores statistisch signifikante Unterschiede. Der Subscore „Sport und Freizeit“ beschreibt Tätigkeiten, welche von den Patienten mit endgradiger Gonarthrose oder auch in den ersten Wochen nach Implantation einer KTP gar nicht ausgeführt werden können und wurde aufgrund mangelnder Beantwortung daher nicht ausgewertet.

Der Wertebereich des OKS liegt bei 0 – 48 Punkten, wobei 0 die stärksten Beschwerden widerspiegelt.

Bei der Auswertung des OKS präoperativ ergab sich in der Interventionsgruppe ein Ausgangswert von 22 (14 – 30) Punkten im Median, bei der Kontrollgruppe

betrug der Wert 19 (1 – 33) Punkte im Median. Der Unterschied war mit einem p-Wert von 0,053 statistisch nicht signifikant.

Zu den Zeitpunkten 6 Wochen, 3, 6 und 12 Monate postoperativ wurden erneut die beiden Fragebögen beantwortet. Um die Veränderung zum präoperativen Ausgangswert jedes Subscores zu erfassen, wurde zu jedem postoperativen Zeitpunkt die individuelle Differenz zum präoperativen Wert ermittelt. Bei nicht normalverteilten Daten erfolgte die Angabe von Median (Minimum – Maximum). Wurde im Vergleich zum präoperativen Wert eine Verbesserung erreicht, so ergab sich für die Differenz ein negativer Wert; ein positiver Wert stellte eine Verschlechterung zur Ausgangssituation dar.

In dieser Studie ergab sich für beide Fragebögen und in beiden Gruppen zu allen gemessenen Zeitpunkten eine Verbesserung im Vergleich zum präoperativen Wert.

Tabelle 22 zeigt einen Überblick über die einzelnen Werte. In den ersten 6 Monaten postoperativ erreichte die Kontrollgruppe zum Teil signifikant bessere Werte als die Interventionsgruppe. 12 Monate postoperativ war dieser Unterschied nicht mehr nachzuweisen. Vielmehr zeigten sich für die Interventionsgruppe in 3 von 4 Subscores des KOOS bessere Werte als für die Kontrollgruppe. Lediglich im Subscore ATL sowie im OKS erreichte die Kontrollgruppe leicht bessere Ergebnisse.

Tabelle 22: Überblick über die Ergebnisse von KOOS und OKS. Dargestellt sind die präoperativen Absolutwerte des KOOS und des OKS bei der Befragung präoperativ im Median sowie die Differenzen aus dem präoperativen und den postoperativen Werten zu den Zeitpunkten 6 Wochen, 3, 6 und 12 Monate postoperativ jeweils im Median. Der p-Wert wurde mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests ermittelt, (präop. – präoperativ, abs. – absolut).

● = Gruppe ohne Drainage besser, ○ = Gruppe mit Drainage besser, ● = Gruppe mit Drainage besser und $p < 0,05$.

<u>KOOS</u>		präop. abs.	6 Wochen	3 Monate	6 Monate	12 Monate
Symptome	ohne Drainage	42,9	-17,8	-12,5	-12,5	-28,6
	mit Drainage	50	-3,6	-17,85	-21,4	-14,3
	p-Wert	0,828	0,741	0,213	0,364	0,241
Schmerzen	ohne Drainage	41,7	-13,9	-19,4	-33,3	-34,7
	mit Drainage	38,9	-33,3	-38,5	-36,1	-32,0
	p-Wert	0,426	0,012	0,018	0,156	0,945
ATL	ohne Drainage	45,6	-17,7	-23,6	-29,4	-33,1
	mit Drainage	40,6	-34	-42,8	-39,4	-40,6
	p-Wert	0,279	0,035	0,070	0,960	0,627
Lebensqualität	ohne Drainage	18,8	-31,2	-18,7	-25	-18,8
	mit Drainage	18,8	-32,3	-31,2	-31,2	-6,3
	p-Wert	0,402	0,322	0,017	0,806	0,310
<u>OKS</u>	ohne Drainage	22	-6,5	-6,5	-13	-5,5
	mit Drainage	19	-10	-13,5	-14	-6
	p-Wert	0,053	0,340	0,001	0,212	0,860

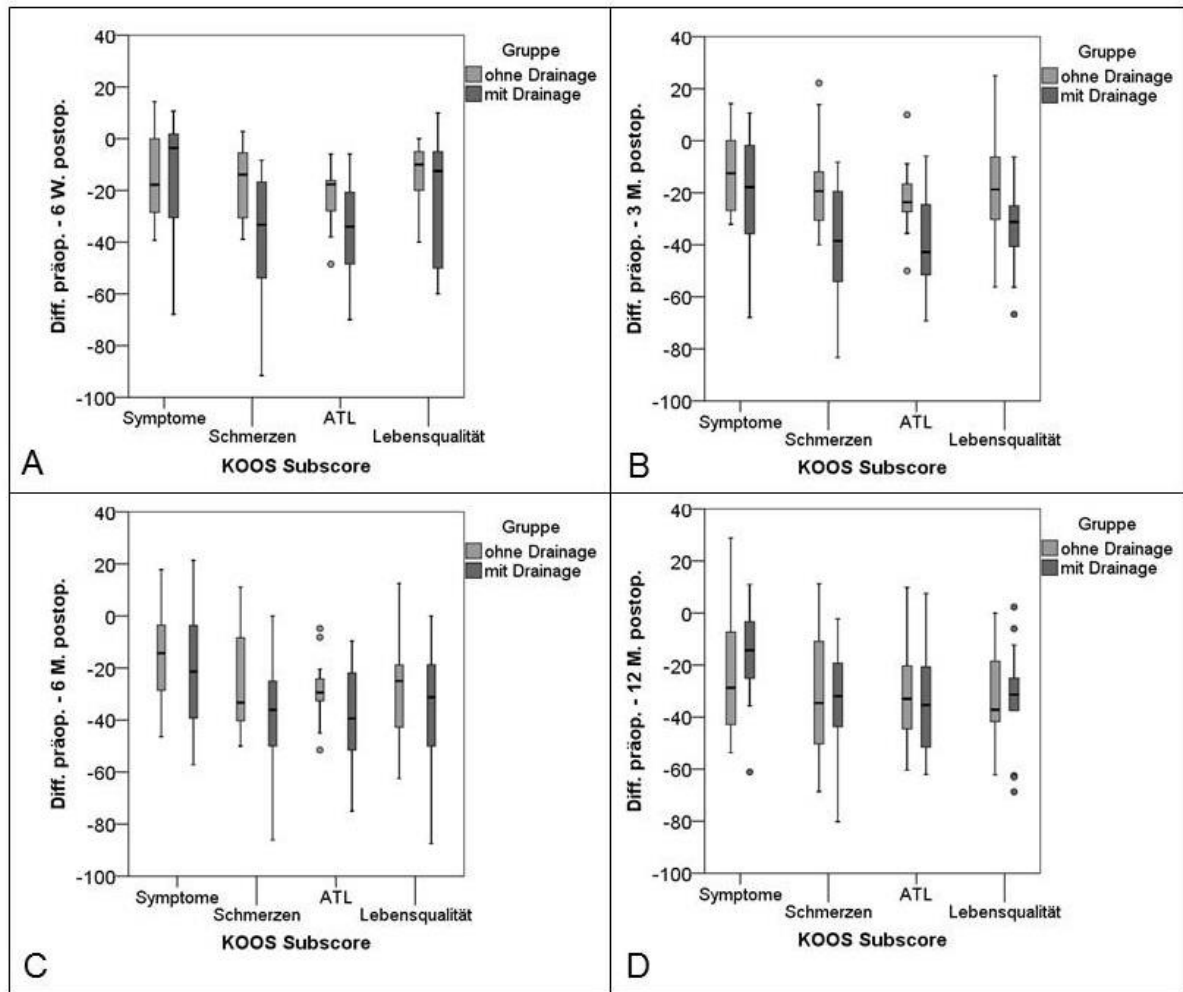


Abbildung 13: Graphische Darstellung der Ergebnisse des KOOS. **A** Differenzen präoperativ minus 6 Wochen postoperativ; **B** Differenzen präoperativ minus 3 Monate postoperativ; **C** Differenzen präoperativ minus 6 Monate postoperativ; **D** Differenzen präoperativ minus 12 Monate postoperativ. Dargestellt sind die Differenzen in den einzelnen Subscores des KOOS, beide Gruppen im Vergleich als Boxplot (Diff. – Differenz, präop. – präoperativ, postop. – postoperativ, W. – Wochen, M. – Monate).

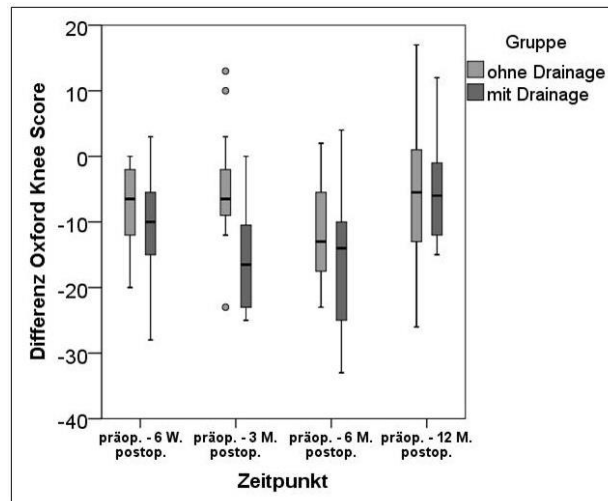


Abbildung 14: Graphische Darstellung der Differenzen im OKS. Dargestellt sind die Differenzen zu den Zeitpunkten präoperativ – 6 Wochen postoperativ, präoperativ – 3 Monate postoperativ, präoperativ – 6 Monate postoperativ und präoperativ – 12 Monate postoperativ im OKS, beide Gruppen im Vergleich als Boxplot, (präop. – präoperativ, postop. – postoperativ, W. – Wochen, M. – Monate).

4. Diskussion

In den letzten Jahren hat die Zahl der implantierten Knie totalendoprothesen (KTP) stetig zugenommen (Rabenberg und RKI 2013). Im deutschsprachigen Raum wird hierbei häufig intraoperativ eine Wunddrainage eingelegt. Obwohl bereits reichhaltige Literatur zu dem Thema zur Verfügung steht, wird in der wissenschaftlichen Literatur weiterhin über deren Notwendigkeit kontrovers diskutiert.

Ziel dieser Studie war es, die bereits verfügbaren Daten zu bewerten und für die eigene Herangehensweise zu überprüfen. Dabei wurden die verschiedenen untersuchten Parameter gegeneinander abgewägt, um zu entscheiden, ob im vorliegenden Fall eher ein Vorgehen mit oder ohne Drainage sinnvoll zum Wohle der Patienten ist.

4.1 Biometrische Grunddaten

Der Anteil der Männer in dieser Studie beträgt 25%, der Frauen 75%. Bezüglich der Altersverteilung ergab sich ein Median von 70 Jahren.

Auch in der Literatur wird die Arthrose als Erkrankung des älteren Menschen beschrieben mit einer Zunahme der Prävalenz ab dem 70. Lebensjahr. Bevorzugt sind Frauen betroffen mit einer Häufigkeitsverteilung von 2:1. (Felson 1988, Michael et al. 2010).

4.2 Knieumfang

In dieser Studie wurde täglich der Knieumfang ermittelt, um die postoperative Schwellung zu beurteilen. Da in der Kontrollgruppe bereits präoperativ ein größerer medianer Knieumfang vorlag, konnten die Absolutwerte beider Gruppen nicht direkt miteinander verglichen werden. Daher wurde die maximale individuelle Knieumfangsdifferenz berechnet (Maximaler Knieumfang im postoperativen Verlauf minus präoperativer Wert). Bei nicht normalverteilten Daten wurde über das Kollektiv jeweils die mediane maximale Knieumfangszunahme bestimmt. Hier zeigte sich, dass es bei der Interventionsgruppe zu einer um 0,5 cm geringeren Maximalzunahme des Knieumfangs kam. Auch bei der Betrachtung des Knieumfangs in den ersten 6 postoperativen Tagen, in denen die Umfangsänderung am deutlichsten ausgeprägt war, zeigte die Kontrollgruppe eine stärkere Zunahme des Knieumfangs. Nach der statistischen Analyse mithilfe des Mann-Whitney-U-Tests erwies sich dieser Unterschied als statistisch nicht signifikant.

Durch das Fehlen der intraartikulären Drainagen kann das ins Kniegelenk nachfließende Blut aus den noch nicht verschlossenen Gefäßen nicht abfließen, sondern sammelt sich intraartikulär an. Dies bewirkt, dass sich ein Hämatom bildet, welches einen tamponierenden Effekt hat und bei dicht verschlossener Kapsel eine weitere Nachblutung verhindert.

Andererseits wäre auch denkbar, dass es durch das Fehlen der Drainagen zu einer stärker ausgeprägten postoperativen Schwellung des Kniegelenks kommt. Einerseits wäre dies möglich bei nicht wasserdicht verschlossener Kapsel, wodurch es zu einer Einblutung im Zugangsbereich kommen würde und in Folge dessen zu einer vermehrten Blutung aus der Wunde. Eine weitere Erklärung hierfür wäre eine durch die intraartikuläre Blutansammlung verstärkte lokale Entzündungsreaktion, welche zu einer zunehmenden Schwellung der umliegenden Weichteile führen würde.

Diese Fragestellung wurde in zahlreichen Studien überprüft und diskutiert.

Jenny et al. schlossen in ihre randomisierte Studie 60 Patienten ein, die entweder mit oder ohne Drainage operiert wurden. An den postoperativen Tagen 2, 7 und 14 wurde unter anderem der Knieumfang gemessen, wobei kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen ersichtlich war (Jenny et al. 2001).

Auch in einer Studie von Esler et al., in der 50 Patienten ohne Drainage und 50 Patienten mit Drainage betrachtet wurden, wurde der Knieumfang präoperativ sowie an Tag 3 und 10 postoperativ gemessen und die Umfangszunahme bestimmt. Es konnte an Tag 3 in der Gruppe mit Drainage eine Zunahme von durchschnittlich 5,5% (0-18%) und in der Gruppe ohne Drainage von 6,1% (0-16%) ($p=0,25$) registriert werden. An Tag 10 betrug die Umfangszunahme in der Gruppe mit Drainage 4,9% (0-13%) und 6,2% (0-14%) in der Gruppe ohne Drainage ($p=0,15$). Somit ergaben sich auch hier keine statistisch signifikanten Unterschiede. (Esler et al. 2003).

In einer Metaanalyse von Quinn et al. wurden sechs randomisierte Studien (495 Patienten, 564 Kniegelenke) miteinander verglichen. Eingeschlossen wurden Studien, bei denen sowohl prä- als auch postoperativ der Knieumfang auf Höhe der Patella gemessen wurde. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppe mit Drainage und den Gruppen ohne Drainage festgestellt werden (Durchschnittlicher Unterschied 1,63 cm, $p=0,34$) (Quinn et al. 2015).

Die in dieser Studie erhobenen Daten sind insofern mit der bisherigen Literatur vereinbar. Es lässt sich daraus schließen, dass bei komplett verschlossener

Gelenkkapsel der tamponierende Effekt überwiegt und keine vermehrte Schwellung des Kniegelenks auftritt.

4.3 Blutverlust

In dieser Studie wurde zur Abschätzung des Blutverlustes über die Wunde das Kompressengewicht nach dem ersten Verbandwechsel zur Hilfe genommen. Dieses war in der Interventionsgruppe um 0,74 g höher als in der Kontrollgruppe. Das Ergebnis ist statistisch nicht signifikant ($p=0,438$).

Aufgrund des unterschiedlichen Trockenheitsgrades der eingebluteten Flüssigkeit in die Kompressen soll dies allerdings nur als qualitativer Vergleich zwischen den beiden Gruppen dienen und nicht auf den konkreten Blutverlust über die Wunde hindeuten. Auch wenn der gemessene Unterschied statistisch nicht signifikant war, so ist bei der Interpretation der Daten doch die begrenzte Fallzahl zu berücksichtigen.

In einer Studie von Kim et al. ($n=69$) wurden die Kompressen 12, 24 und 36 Stunden postoperativ gewogen. Den Patienten der Gruppe mit Drainage wurden intraoperativ jeweils zwei intrakapsuläre Drainagen eingelegt. In der Gruppe ohne Drainage ergab sich hier zu jedem Zeitpunkt ein höheres Kompressengewicht als in der Gruppe mit Drainage. Bis auf den Zeitpunkt 24 Stunden war dieses jeweils statistisch signifikant ($p<0,05$), was möglicherweise an einem nicht komplett abgedichteten Kapselverschluss liegen könnte.

Als weiterer Parameter für den Blutverlust wurde in der vorliegenden Studie der Verlauf des Hämoglobinwertes bestimmt. Hier konnte festgestellt werden, dass die Patienten der Kontrollgruppe einen statistisch signifikant größeren Hämoglobinabfall aufwiesen als die Patienten der Interventionsgruppe (4,3 g/dl versus 3,4 g/dl, $p=0,012$). Eine mögliche Erklärung hierfür wäre der tamponierende Effekt des intraartikulären Hämatoms bei Patienten ohne Drainage.

Zu diesem Ergebnis kam auch eine Metaanalyse von Zhang et. al. Hier wurden aus 15 Studien (Januar 1966 bis Mai 2010) 1361 Patienten nach Implantation

einer KTP betrachtet (686 mit Drainage, 675 ohne Drainage). Die Anzahl von Transfusionen war in der Gruppe mit Drainage signifikant höher als in der Gruppe ohne Drainage (41,1% vs. 28,5%, $p=0,02$) (Zhang et al. 2011).

In bereits oben erwähnter Studie von Esler et al. wurde ebenfalls der postoperative Hämoglobinabfall betrachtet. Hier ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (2,8 g/dl ohne Drainage, 2,9 g/dl mit Drainage, $p=0,6$). Allerdings wurden dennoch 31 Patienten mit Drainage und nur 19 Patienten ohne Drainage postoperativ transfundiert, was einer ungewöhnlich hohen Transfusionsrate von 50% entspricht. Allerdings geht aus dieser Studie nicht hervor, ob intraoperativ eine Blutstillung stattfand oder nicht (Esler et al. 2003).

In der vorliegenden Studie gab es trotz des größeren Hämoglobinabfalls in der Kontrollgruppe keine Unterschiede bezüglich der Transfusionsbedürftigkeit. Es wurden jeweils 2 Patienten jeder Gruppe postoperativ transfundiert.

Eine mögliche Erklärung wäre, dass bei den Patienten der Studie von Esler et al. präoperativ bereits ein niedriger Hämoglobinwert vorlag, der nach postoperativem Abfall in den transfusionsbedürftigen Bereich fiel. Weiterhin wurde in der Studie von Esler et al. bereits ab einem Hämoglobinwert von 10 g/dl transfundiert. In der vorliegenden Studie lag die Transfusionsgrenze bei 9 g/dl.

Außerdem geht aus der Studie von Esler et al. nicht hervor, inwieweit intraoperativ Blutstillung durchgeführt wurde. Ohne die Beschreibung des genauen Vorgehens sind somit die Daten der vorliegenden Studie nur eingeschränkt mit denen von Esler et al. vergleichbar.

In einer weiteren Studie von Ritter et al. wurden 104 Patienten mit Hüfttotalendoprothesen (26 ohne Drainage, 78 mit Drainage) sowie 275 Patienten mit Knieendoprothesen (138 ohne Drainage, 137 mit Drainage) eingeschlossen. Die beiden Gruppen (KTP vs. HTP) wurden getrennt voneinander betrachtet. Es ergab sich sowohl bei den Patienten, die eine Hüfttotalendoprothese erhielten, als auch bei den Patienten, die eine Knieendoprothese erhielten, kein Unterschied bezüglich des postoperativen

Hämoglobinabfalls. Auch bei der postoperativen Transfusionsbedürftigkeit bestanden keine Unterschiede (Ritter et al. 1994).

Insgesamt divergieren hier die Ergebnisse der verschiedenen Studien. Bezüglich der Transfusionsbedürftigkeit geht aus den Studien teilweise nicht hervor, ab welchem Hämoglobinwert transfundiert wurde, sodass dies zunächst genauer betrachtet werden müsste. Eine weitere Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte auch die Operationstechnik, die Art der Blutstillung sowie die Erfahrung des Operators spielen. Diese Parameter lassen sich zwar innerhalb einer Studie kontrollieren, allerdings ist dies im Vergleich verschiedener Studien nicht möglich.

Dies unterstreicht die weiterhin bestehende Notwendigkeit nach klar definierten und detailliert beschriebenen prospektiv randomisierten Studien.

Weiterhin ist zu erwähnen, dass in Deutschland die Vorgaben bezüglich der Transfusionsrate für ein Endoprothesenzentrum bei unter 10% liegen. Im vorliegenden Fall beträgt die Rate etwas über 10%. Insgesamt handelt es sich allerdings um ein selten auftretendes Merkmal, sodass eine Studie mit einer Fallzahl von 36, wie in vorliegendem Fall, nicht geeignet sein kann hier Unterschiede festzustellen.

Bezüglich des Blutverlustes in der vorliegenden Studie lässt sich ein Vorteil der Interventionsgruppe erkennen.

4.4 Mobilisation

Um die Funktionalität des Kniegelenks postoperativ zu vergleichen, wurde in dieser Studie täglich der Bewegungsumfang anhand der Neutral-Null-Methode ermittelt.

Ziel war ein Bewegungsumfang von Flexion/Extension 90/0/0°. Dieses Ziel wurde von den Patienten der Kontrollgruppe am 9. postoperativen Tag, von den Patienten der Interventionsgruppe bereits am 8. postoperativen Tag erreicht.

Es fiel auf, dass vor allem an den ersten 3 postoperativen Tagen der Bewegungsumfang in der Interventionsgruppe größer war.

Eine mögliche Erklärung hierfür wäre der bis zum 3. postoperativen Tag einliegende Drainageschlauch in der Kontrollgruppe. Durch ein Fremdkörpergefühl kann die Beweglichkeit durch eine Schonhaltung zunächst eingeschränkt sein, sodass sich ein Defizit bis zum 3. postoperativen Tag im Vergleich zur Interventionsgruppe ergibt. Somit erreichten die Patienten der Kontrollgruppe den festgelegten Bewegungsumfang einen Tag später als die Patienten der Interventionsgruppe. Dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant.

Sechs Wochen postoperativ wurden die Patienten zur Kontrolluntersuchung einbestellt. Hier erreichten die Patienten der Kontrollgruppe eine Beweglichkeit von Flexion/Extension 91,5/0/0° im Median, die Patienten der Interventionsgruppe 97,5/0/0°. Dieser Unterschied in der Beweglichkeit ist allerdings statistisch nicht signifikant ($p=0,427$).

In diversen vorherigen Studien konnte kein Unterschied in den beiden Gruppen ermittelt werden. So konnten Ritter et al. ($n=415$) an den ersten 7 postoperativen Tagen keinen Unterschied feststellen (Ritter, Keating et al. 1994). In der Studie von Kim et al. ($n=69$ (bilateral)) gab es auch zu den Zeitpunkten 6 Wochen, 3 Monate, 6 Monate und 1 Jahr postoperativ keinen statistisch signifikanten Unterschied (Kim et al. 1998). Mengal et al. ($n=104$) konnten schließlich in den ersten 6 Wochen postoperativen keinen Unterschied feststellen (Mengal et al. 2001).

Insgesamt scheint sich in der Literatur zu zeigen, dass durch den Verzicht auf Wunddrainagen keine Nachteile bezüglich der postoperativen Beweglichkeit bestehen.

4.5 Entlasskriterien

Anhand der festgelegten Entlasskriterien sollte festgestellt werden, ob sich durch den Verzicht von Wunddrainagen die Liegedauer in der Klinik verändert. Hier zeigte sich, dass beide Patientengruppen nach 9 Tagen die erforderlichen

Kriterien erfüllten. Somit ergibt sich kein Unterschied in der Liegedauer ($p=0,756$).

Auch in Studien von Jenny et al. ($n=60$) (Jenny et al. 2001) und Adalberth et al. ($n=90$) (Adalberth et al. 1998) konnten keine Unterschiede in der Dauer des Klinikaufenthaltes festgestellt werden.

Somit ergeben sich übereinstimmende Ergebnisse zu der vorliegenden Studie.

4.6 Schmerzen und Schmerzmittelbedarf

Ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Patientenzufriedenheit war es, herauszufinden, ob sich durch das Fehlen der Wunddrainagen die Schmerzintensität und dadurch der Schmerzmittelbedarf erhöht.

In dieser Studie wurde ein präoperativer Ausgangswert von sieben Punkten auf der NRS in beiden Gruppen ermittelt. Somit hatten beide Gruppen denselben Ausgangswert. Im postoperativen Verlauf gaben Patienten der Interventionsgruppe mehr Schmerzen an als Patienten der Kontrollgruppe. Dies spiegelte sich auch im Schmerzmittelbedarf wieder. Bei annähernd gleicher Dauermedikation benötigten die Patienten der Interventionsgruppe deutlich mehr Bedarfsmedikamente, v.a. deutlich mehr Opioide wie z.B. Oxycodon.

In einer Studie von Kęska et al. ($n=121$) wurden ebenfalls der Schmerzmittelbedarf und die Schmerzintensität untersucht. Hier benötigten Patienten ohne Drainage signifikant weniger Opioide postoperativ als Patienten mit Drainage. Auch die Schmerzintensität war geringer, allerdings nicht signifikant (Kęska et al. 2014). In Studien von Esler ($n=100$) (Esler et al. 2003) und Jenny ($n=60$) (Jenny et al. 2001) hingegen ergab sich kein Unterschied in der Schmerzintensität.

Eine mögliche Erklärung für die stärkeren Schmerzen der Interventionsgruppe vorliegender Studie wäre, dass durch eine stärkere postoperative intraartikuläre Flüssigkeitsansammlung durch das nicht abfließende Wundsekret bzw. Blut in der Gruppe ohne Drainage der intraartikuläre Druck deutlich erhöht sein könnte, was wiederum zu einer schmerzhaften Anspannung der Kapsel führen könnte.

Dies wäre möglich, da im vorliegenden Vorgehen intraoperativ keine Blutstillung betrieben wurde. In dieser Studie ergab sich zwar für den Parameter Schwellung kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Betrachtet man allerdings den Bodymassindex der Patientengruppen, so lässt sich erkennen, dass vor allem adipöse Patienten in die Studie integriert waren. Hier könnte möglicherweise die Zunahme des von außen gemessenen Knieumfangs trotz starker intraartikulärer Schwellung verschleiert werden.

Eine weitere Erklärung wäre, dass es durch den Druck zu einer Inflammation des periartikulären Gewebes oder zu einer schmerzhaften Dehnung der Gelenkkapsel kommt, welche die Schmerzintensität erhöhen könnte.

Mögliche Erklärungen für die gegensätzlichen Ergebnisse der anderen betrachteten Studien liegen möglicherweise in der fehlenden intraoperativen Blutstillung in vorliegender Studie. Zumindest in der Studie von Jenny wurde diese intraoperativ durchgeführt. Des Weiteren handelt es sich beim Schmerzempfinden um ein subjektives Geschehen. Möglicherweise kam es im postoperativen Verlauf zu verstärkenden Effekten durch Personal und Angehörige bei den Patienten der Interventionsgruppe, da die vorliegende Studie postoperativ nicht verblindet war. Es ließ sich beobachten, dass sowohl ein Teil des Personals als auch Patienten und deren Angehörige dem Vorgehen ohne Drainage skeptisch gegenüberstanden.

4.7 KOOS und OKS

Bei der Auswertung der präoperativen Punktzahlen des KOOS ergaben sich anhand der ermittelten p-Werte keine statistisch signifikanten Unterschiede in den einzelnen Subscores. Somit hatten beide Gruppen in Bezug auf die Bewertung im KOOS ein vergleichbares Ausgangsniveau.

Im postoperativen Vergleich ergaben sich zunächst teilweise signifikant bessere Ergebnisse in der Kontrollgruppe. Ein Jahr postoperativ war dieser Unterschied jedoch nicht mehr nachweisbar.

Kęska et al. führten eine Studie mit 121 Patienten durch, darunter 59 Patienten, die keine Drainage erhielten und 62 Patienten, die mit Drainage operiert wurden. Neben objektiven Parametern wie Opioidbedarf, Blutverlust und postoperativem Bewegungsumfang verglichen sie auch die Ergebnisse des KOOS zwischen den beiden Gruppen. Im Gegensatz zur vorliegenden Studie stellten sie im Subscore „Aktivitäten des täglichen Lebens“ (ATL) einen statistisch signifikanten Unterschied zugunsten der Gruppe ohne Drainage fest ($p < 0,05$). In allen anderen Kategorien war dieser nicht nachweisbar (Kęska et al. 2014).

In einer weiteren Studie von Al-Zahid et al. (Al-Zahid und Davies 2012) wurde der OKS sowohl präoperativ als auch postoperativ ausgewertet. Es wurden drei Patientengruppen miteinander verglichen. Die Gruppe ohne Drainage bestand aus 39 Patienten, die Gruppe mit geschlossenem Drainagesystem aus 30 Patienten und der dritten Gruppe wurde das Drainagenblut retransfundierte. Die prä- und postoperativen Werte im OKS wurden jeweils miteinander verglichen. In der Gruppe ohne Drainage konnte hier eine statistisch signifikante geringere Verbesserung zum präoperativen Wert festgestellt werden im Vergleich zu den anderen beiden Gruppen. Als weiteren Score benutzten Al-Zahid et al. den American Knee Society Score (AKSS). Bei der Auswertung dieses Scores wurden allerdings keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

Beim KOOS und beim OKS handelt es sich um standardisierte Fragebögen zur subjektiven Beurteilung der Kniefunktion. Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Studie lässt sich die Vermutung aufstellen, dass Patienten der Interventionsgruppe in den ersten 6 Monaten postoperativ weniger zufrieden waren als Patienten der Kontrollgruppe. Anhand der objektiven Parameter lässt sich dieser Unterschied nicht eindeutig erklären. Bezüglich der subjektiven Einschätzung ließen sich in Patientengesprächen während des stationären Aufenthaltes und im poststationären Setting verschiedene mögliche Ursachen eruieren. So gaben die Patienten wie oben bereits beschrieben mehr Schmerzen an und hatten dementsprechend einen größeren Bedarf an Analgetika. Außerdem berichteten sie, dass die Operationsmethode ohne Drainagen in den Rehakliniken unter den Patienten, die mit Drainage operiert

wurden, deutliches Unverständnis hervorrief. Diese Faktoren spielten möglicherweise eine entscheidende Rolle bei der Beantwortung der Fragebögen.

4.8 Schlussfolgerung

Anhand der Ergebnisse der objektiven Parameter erkennt man, dass in fast allen gemessenen Kategorien die beiden Gruppen sich nicht statistisch signifikant unterscheiden. Lediglich beim Blutverlust kann man einen Unterschied zugunsten der Interventionsgruppe feststellen. Hier fiel der Hämoglobinwert in der Kontrollgruppe signifikant stärker ab als in der Interventionsgruppe.

Bei den subjektiven Parametern war hingegen ein Nachteil in der Interventionsgruppe zu beobachten. Die Schmerzintensität und der Schmerzmittelbedarf lagen im stationären Verlauf über denen der Kontrollgruppe. Bei der Schmerzintensität wurde an 5 von 10 stationären Tagen ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt. Dieser bestand auch im Schmerzmittelbedarf, jedoch ergab sich hier, aufgrund der vielen verschiedenen verwendeten Substanzen, kein statistisch signifikantes Ergebnis. Da die Maximaldosierungen der Schmerzmittel jedoch zu keinem Zeitpunkt überschritten wurden, ergab sich kein Grund die Operation ohne Drainage nicht durchzuführen.

Anhand der Auswertung der Fragebögen ließ sich erkennen, dass Patienten, die ohne Drainage operiert wurden, auch im poststationären Verlauf in den ersten 6 Monaten deutlich unzufriedener mit dem Operationsergebnis waren, als Patienten mit Drainage. Im weiteren Verlauf relativierte sich dies jedoch. Dennoch zeichnete sich insgesamt in den Gesprächen mit den Patienten eine Unzufriedenheit in der Interventionsgruppe ab. Es scheint so, dass Operationsmethoden, die vor Ort noch nicht routinemäßig durchgeführt werden, nur schwer anerkannt werden. Um dem entgegenzuwirken, wäre es wichtig, diese Operationsmethode im Aufklärungsgespräch sehr gut zu erläutern und

auch Referenzen aus anderen Kliniken aufzuzeigen, sowie den Patienten beim Durchführen neuer Verfahren dennoch ein Gefühl von Normalität zu vermitteln. Nach Abschluss dieser Studie wird aufgrund der Unzufriedenheit der Patienten von dem Vorgehen ohne Drainagen im eigenen Haus wieder Abstand genommen.

5. Zusammenfassung

Diese Studie wurde durchgeführt, um die Notwendigkeit von intraoperativen Wunddrainagen nach der Implantation einer Knietotalendoprothese für die im Haus verwendete Operationstechnik zu eruieren.

Die behandlungsbedürftige Kniegelenksarthrose spielt aufgrund der demografischen Entwicklung eine zunehmende Rolle in der orthopädischen Chirurgie. Durch eine stetige Zunahme der Anzahl implantierter Knietotalendoprothesen ist eine Optimierung der Versorgung von immenser Bedeutung. Ein zunehmend häufiger angewandtes Vorgehen ist der Verzicht auf intraoperativ eingelegte intraartikuläre Wunddrainagen. Dieses Verfahren wird in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert.

In die vorliegende Studie wurden jeweils 18 Patienten in eine Interventionsgruppe (ohne Drainage) und eine Kontrollgruppe (mit Drainage) aufgenommen. Implantiert wurde das bikondyläre Knieendoprothesensystem GENESIS II® der Firma Smith & Nephew. Die Operation wurde in Blutleere durchgeführt. Intraoperativ erfolgte keine Blutstillung. Das Öffnen der Drainagen erfolgte nach elastokompressiver Wickelung 10 Minuten nach Lösen der Blutsperre. Es wurden prä- und postoperativ folgende Parameter erhoben: Knieumfang, Schmerzen anhand NRS, Schmerzmittelbedarf, Bewegungsumfang im Kniegelenk, Kompressengewicht, Hb-Wert, Wundbeurteilung, Fragebögen (KOOS, OKS).

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gab es beim Blutverlust. Hier ergab sich für die Kontrollgruppe ein signifikant stärkerer Abfall des Hämoglobins als bei der Interventionsgruppe. Die Intensität der Schmerzen war dagegen in der Interventionsgruppe signifikant höher. Die beobachteten Unterschiede im Schmerzmittelbedarf waren jedoch nicht signifikant. Bei den Fragebögen erreichte die Kontrollgruppe in den ersten 6 postoperativen Monaten signifikant bessere Ergebnisse. Dieser Unterschied war nach einem Jahr nicht mehr nachweisbar.

Bei allen anderen gemessenen Parametern ergaben sich jeweils keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Anhand der Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigt sich, dass bei der Implantation von Kniegelenktotalendoprothesen keine generelle Notwendigkeit von Wunddrainagen besteht. Aufgrund der festgestellten Unzufriedenheit der Patienten der Interventionsgruppe wird jedoch nach Abschluss dieser Studie von einem Vorgehen ohne Drainagen im eigenen Vorgehen wieder Abstand genommen.

6. Literaturverzeichnis

Aaron, R. K., et al. (2006). "Arthroscopic debridement for osteoarthritis of the knee." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 88(5): 936-943.

Adalberth, G., et al. (1998). "Postoperative drainage of knee arthroplasty is not necessary: a randomized study of 90 patients." *Acta Orthopaedica* 69(5): 475-478.

Aglietti, P., et al. (2003). "High tibial valgus osteotomy for medial gonarthrosis: a 10-to 21-year study." *The journal of knee surgery* 16(1): 21-26.

Al-Zahid, S. and A. Davies (2012). "Closed suction drains, reinfusion drains or no drains in primary total knee replacement?" *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 94(5): 347.

Aumüller, G. (2007). *Duale Reihe Anatomie*, Georg Thieme Verlag

Bedson, J. and P. R. Croft (2008). "The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature." *BMC musculoskeletal disorders* 9(1): 116.

Berger, R. A., et al. (1999). "Unicompartmental Knee Arthroplasty: Clinical Experience at 6-to 10-Year Followup." *Clinical orthopaedics and related research* 367: 50-60.

Bijur, P. E., et al. (2001). "Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain." *Academic emergency medicine* 8(12): 1153-1157.

Boy, O., et al. (2009). "BQS-Qualitätsreport 2008: Knie-Totalendoprothesen-Erstimplantation." 161-165.

Cave, E. F. and S. M. Roberts (1936). "A method for measuring and recording joint function." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 18(2): 455-465.

Culliford, D., et al. (2015). "Future Projections Of Total Hip And Knee Arthroplasty In The Uk: Results From The Uk Clinical Practice Research Datalink." *Osteoarthritis and Cartilage*.

Dawson, J., et al. (1998). "Questionnaire on the perceptions of patients about total knee replacement - " *The journal of Bone and Joint surgery* 80-B(1): 63-69.

Debrunner, A. M. (2002). *Orthopädie. Orthopädische Chirurgie: Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates*, Verlag Hans Huber.

Dervin, G. F., et al. (2003). "Effect of Arthroscopic Débridement for Osteoarthritis of the Knee on Health-Related Quality of Life*." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 85(1): 10-19.

Downie, W. W., et al. (1978). "Studies with pain rating scales." *Annals of the Rheumatic Diseases* 37: 378-381.

Dunbar, M. J., et al. (2000). "Translation and validation of the Oxford-12 Item Knee Score for use in Sweden." *Acta Orthopaedica Scand* 71(3): 268-274.

Esler, C. N. A., et al. (2003). "The use of a closed-suction drain in total knee arthroplasty." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 85-B(2): 215-217.

Felson, D. T. (1988). "Epidemiology of Hip and Knee Osteoarthritis." *Epidemiologic Reviews* 10: 1-28.

Floerkemeier, Stephanie, et al. "Outcome after high tibial open-wedge osteotomy: a retrospective evaluation of 533 patients." *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy* 21.1 (2013): 170-180.

Grifka, J. and M. Kuster (2011). *Orthopädie und Unfallchirurgie: Für Praxis, Klinik und Facharztprüfung*, Springer-Verlag.

Günther, K., et al. (2002). "Klinische Epidemiologie von Hüft-und Kniegelenkarthrosen: Eine Übersicht über Ergebnisse der „Ulmer Osteoarthrose-Studie“." *Zeitschrift für Rheumatologie* 61(3): 244-249.

Hannan, M. T., et al. (2000). "Analysis of the discordance between radiographic changes and knee pain in osteoarthritis of the knee." *The Journal of rheumatology* 27(6): 1513-1517.

Haverkamp, D., et al. (2005). "Translation and validation of the Dutch version of the International Knee Documentation Committee Subjective Knee Form." *Acta Orthopaedica* 76(3): 347-352.

Herold, G. (2010). *Innere Medizin*.

Insall, J. and P. Walker (1976). "Unicondylar knee replacement." *Clinical orthopaedics and related research* 120: 83-85.

Jenny, J. Y., et al. (2001). "No drainage does not increase complication risk after total knee prosthesis implantation: a prospective, comparative, randomized study." *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc* 9: 299-301.

Jordan, K., et al. (2003). "EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials (ESCISIT)." *Annals of the Rheumatic Diseases* 62(12): 1145-1155.

Kellgren, J. H. and J. S. Lawrence (1957). "Radiological Assessment of osteoarthrosis." *Annals of the Rheumatic Diseases* 16: 494-502.

Kęska, R., et al. (2014). "Outcome in primary cemented total knee arthroplasty with or without drain: A prospective comparative study." *Indian J Orthop* 48(4): 404-409.

Kim, Y. H., et al. (1998). "Drainage versus Nondrainage in Simultaneous Bilateral Total Knee Arthroplasties." *Clinical orthopaedics and related research* 347: 188-193.

Kohn, D. (2005). *Orthopädie und orthopädische Chirurgie - Knie*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag.

Kohn, D. and S. Rupp (1999). "[Allo-arthroplasty of the knee joint]." *Der Orthopäde* 28(11): 975-995.

Kreuz, P. C., et al. (2006). "Is microfracture of chondral defects in the knee associated with different results in patients aged 40 years or younger?" *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 22(11): 1180-1186.

Kurtz, S., et al. (2005). "Prevalence of primary and revision total hip and knee arthroplasty in the United States from 1990 through 2002." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 87(7): 1487-1497.

Laskin, R. S. (1978). "Unicompartmental tibiofemoral resurfacing arthroplasty." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 60(2): 182-185.

Mengal, B., et al. (2001). "[A prospective randomized study of wound drainage versus non-drainage in primary total hip or knee arthroplasty]." *Revue de chirurgie orthopédique et réparatrice de l'appareil moteur* 87(1): 29-39.

Michael, J. W.-P., et al. (2010). "The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee." *Deutsches Arzteblatt International* 107(9): 152.

Murray, D., et al. (1998). "The Oxford Medial unicompartmental arthroplasty A Ten-Year Survival Study." *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume* 80(6): 983-989.

Naal, F. D., et al. (2009). "Short Communication. The 12-item Oxford Knee Score: cross-cultural adaptation into German and assessment of its psychometric properties in patients with osteoarthritis of the knee." *Osteoarthritis and Cartilage* 17: 49-52.

Naudie, D., et al. (1999). "Survivorship of the High Tibial Valgus Osteotomy A 10-to 22-Year Followup Study." *Clinical orthopaedics and related research* 367: 18-27.

Niemeyer, P., et al. (2013). Valgisation osteotomie of the proximal tibia for joint preservation in unicompartmental knee arthritis OUP 2013; 11: 518–524. DOI 10.3238, oup.

Padua, R., et al. (2003). "The Italian version of the Oxford 12-item Knee Questionnaire – cross-cultural adaptation and validation." *International Orthopaedics* 27(4): 214-216.

Parentis, M. A., et al. (1999). "A comparison of the vastus splitting and median parapatellar approaches in total knee arthroplasty." *Clinical orthopaedics and related research* 367: 107-116.

Parker, M. J., et al. (2004). "Closed suction drainage for hip and knee arthroplasty." *J Bone Joint Surg Am* 86(6): 1146-1152.

Pereira, D., et al. (2011). "The effect of osteoarthritis definition on prevalence and incidence estimates: a systematic review." *Osteoarthritis and Cartilage* 19(11): 1270-1285.

Quinn, M., et al. (2015). "The use of postoperative suction drainage in total knee arthroplasty: a systematic review." *International Orthopaedics* 39(4): 653-658.

Rabenberg, M. and RKI (2013). *Gesundheitsberichterstattung des Bundes - Arthrose*. S. Bundesamt, Robert Koch Institut. 54.

Ranawat, C., et al. (1993). "Long-Term Results of the Total Condylar Knee Arthroplasty: A 15-Year Survivorship Study." *Clinical orthopaedics and related research* 286: 94-102.

Rand, J. A., et al. (2003). "Factors affecting the durability of primary total knee prostheses." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 85(2): 259-265.

Reilly, T., et al. (1986). "The use of postoperative suction drainage in total knee arthroplasty." *Clinical orthopaedics and related research* 208: 238-242.

Ritter, M. A., et al. (1994). "Closed wound Drainage in Total Hip or total Knee Replacement." *The Journal of Bone & Joint Surgery* 76-A(1): 35-38.

RKI (2011). "Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie » Gesundheit in Deutschland aktuell 2009«." *Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes*.

Rolauffs, B., et al. (2011). "Onset of preclinical osteoarthritis: the angular spatial organization permits early diagnosis." *Arthritis & Rheumatism* 63(6): 1637-1647.

Roos, E. M., et al. (1998). "Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score - Development of a Self-Administered Outcome Measure." *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*® 78(2): 88-96.

Schiebler, T. H. und W. Schmidt (2002). Anatomie, Springer.

Smith & Nephew GmbH, (Genesis II® Das komplette Kniesystem.), <http://www.smith-nephew.com>

Steinwachs, M., et al. (2014). "Regenerative Knorpeltherapie." Orthopädie und Unfallchirurgie up2date 9(04): 279-301.

Svärd, U. and A. Price (2001). "Oxford medial unicompartmental knee arthroplasty a survival analysis of an independent series." Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume 83(2): 191-194.

Trieb, K., et al. (2003). "Langzeitergebnisse nach einseitiger und beidseitiger valgisierender Tibiakopffosteotomie." Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete 141(1): 33-36.

Van Saase, J., et al. (1989). "Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations." Annals of the Rheumatic Diseases 48(4): 271-280.

Xie, F., et al. (2007). "Cross-cultural adaptation and validation of Singapore English and Chinese Versions of the Oxford Knee Score (OKS) in knee osteoarthritis patients undergoing total knee replacement." Osteoarthritis and Cartilage 15: 1019-1024.

Zhang, Q.-d., et al. (2011). "Comparison between closed suction drainage and nondrainage in total knee arthroplasty: a meta-analysis." The Journal of Arthroplasty 26(8): 1265-1272.

7. Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Universitätsklinik für Orthopädie unter Betreuung von Prof. Dr. Nikolaus Wülker durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Dr. med. Ulf Krister Hofmann, Assistenzarzt Orthopädie, Universitätsklinikum Tübingen.

Die Versuche wurden von mir eigenständig durchgeführt.

Die statistische Auswertung erfolgte nach Beratung durch das Institut für Biometrie durch Dr. med. Ulf Krister Hofmann, Assistenzarzt Orthopädie, Universitätsklinikum Tübingen und mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 10.11.2016

8. Anhang

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: GENESIS II® Femurimplantat	19
Abbildung 2: Tibiaimplantat und asymmetrische Tibiabasis	19
Abbildung 3: Verschiedene Tibia PE-Einsätze	20
Abbildung 4: Verschiedene Patellarrückflächenersätze.....	21
Abbildung 5: Numerische Rating Skala	29
Abbildung 6: Graphische Darstellung des Knieumfangs	35
Abbildung 7: Graphische Darstellung der Hb-Differenzen im Verlauf.....	38
Abbildung 8: Graphische Darstellung der Flexion im Verlauf	39
Abbildung 9: Graphische Darstellung der Flexion im Verlauf	40
Abbildung 10: Graphische Darstellung der Entlasskriterien	41
Abbildung 11: Graphische Darstellung der Schmerzintensität anhand NRS ..	43
Abbildung 12: Graphische Darstellung des Schmerzmittelbedarfs.....	46
Abbildung 13: Graphische Darstellung der Ergebnisse des KOOS	50
Abbildung 14: Graphische Darstellung der Differenzen im OKS	51

8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Stadieneinteilung der Arthrose frei nach Kellgren and Lawrence (1957).....	11
Tabelle 2: Zeitpunkte der Datenerhebung.	27
Tabelle 3: Alter in Jahren bei OP.....	33
Tabelle 4: Größe, Gewicht, BMI.	33
Tabelle 5: Knieumfang (KU) im Verlauf [cm].....	34
Tabelle 6: Individuelle maximale Knieumfangszunahme.	36
Tabelle 7: Verlauf in den ersten 6 Tagen.....	36
Tabelle 8: Blutverlust über Drainage.	36
Tabelle 9: Vergleich der Hb-Werte..	37
Tabelle 10: Hb-Differenzen im Verlauf [g/dl].....	37
Tabelle 11: Kompressengewicht [g].....	38
Tabelle 12: Flexion im Verlauf [Grad]..	39
Tabelle 13: Extension im Verlauf [Grad].	40
Tabelle 14: Entlasskriterien.	41
Tabelle 15: Schmerzen anhand NRS.	42
Tabelle 16: Dauermedikation Analgetika.	44
Tabelle 17: Bedarfsmedikation Analgetika.	44
Tabelle 18: Einnahmedauer der Analgetika in Tagen.....	44
Tabelle 19: Schmerzmittelbedarf Dauermedikation [mg/Tag].	45
Tabelle 20: Schmerzmittelbedarf Bedarfsmedikation [mg/Tag].	45
Tabelle 21: Mobilisation 6 Wochen postoperativ.	47
Tabelle 22: Überblick über die Ergebnisse von KOOS und OKS.	49

8.3 Danksagung

Ich möchte allen danken, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben!

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. N. Wülker für die Ermöglichung dieser Studie an der Universitätsklinik für Orthopädie in Tübingen bedanken.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Ulf K. Hofmann für die Bereitstellung dieses Themas sowie die überaus hilfreiche Unterstützung während der Durchführung der Studie und der Zeit der Fertigstellung meiner Dissertation.

Weiterhin möchte ich mich bei den Stationsärzten, Pflegekräften und Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten der orthopädischen Universitätsklinik für die gute Zusammenarbeit während der klinischen Phase der Studie bedanken.

Ich danke meiner Familie für ihre Unterstützung und Motivation während der Zeit meines Studiums und Dissertation, besonders meinen Eltern und Geschwistern.

Ganz besonders möchte ich mich bei meinem Ehemann Markus Wetzel bedanken, der mich immer unterstützt und motiviert hat, für seine Geduld und seine Liebe.